

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD — LYON I

MÉDECINE

U.E.R. GRANGE-BLANCHE

Année 1978 - N° 85

ÉTUDE DE L'ATTEINTE AUDITIVE DE SUJETS A AUDITION NORMALE

EXPOSÉS PROFESSIONNELLEMENT AU BRUIT PENDANT 5 ANS

T H E S E

présentée

à l'Université Claude Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 17 Mars 1978

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Solange COLOMB épouse CHARRIER

née le 16 Janvier 1949

à ROANNE (Loire)

20



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554223_0017

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD — LYON I

MÉDECINE

U.E.R. GRANGE-BLANCHE

Année 1978 - N°

ÉTUDE DE L'ATTEINTE AUDITIVE DE SUJETS A AUDITION NORMALE
EXPOSÉS PROFESSIONNELLEMENT AU BRUIT PENDANT 5 ANS

Travail de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail (Dir. Pr. TOLOT)
et du Service d'Audiophonologie de la Faculté de Médecine de Besançon (Dir. Prof. Ag. LAFON)

T H E S E

présentée

à l'Université Claude Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 17 Mars 1978

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Solange COLOMB épouse CHARRIER

née le 16 Janvier 1949

à ROANNE (Loire)

THE UNIVERSITY OF LEIDEN

LIBRARY

THE UNIVERSITY OF LEIDEN

LIBRARY



Président de l'Université : Professeur D. GERMAUD

Premier Vice-Président : Professeur E. ELBAZ

Deuxième vice-Président : M. PONCET

Troisième Vice-Président : M. BONNET

Secrétaire Général : M. RAMBAUD

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITE :

MEDECINE : GRANGE-BLANCHE : Directeur : M. Le Docteur B. SALLE (M.C.A.)
ALEXIS-CARREL : Directeur : M. Le Professeur C. GIROD
SUD-OUEST : -Directeur : M. Le Professeur J. ROBERT
LYON-NORD : Directeur : M. Le Professeur J.P. GARIN
Directeur Honoraire : Professeur A. BERTOYE

BIOLOGIE HUMAINE : Directeur : M. Le Professeur J.C. CZYBA

TECHNIQUES DE READAPTATION : Directeur : M. Le Docteur A. MORGON (M.C.A.)

SCIENCES PHARMACEUTIQUES : Directeur : M. Le Professeur L. ODDOUX

SCIENCES ODONTOLOGIQUES : Directeur : M. Le Docteur R. VINCENT

INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE : Président du Conseil
d'U.E.R. : M. Le Professeur R. GUIBET
Directeur : M. A. MILLON

MATHEMATIQUES : Directeur : M. Le Professeur H. BUCHWALTER

PHYSIQUE : Directeur : M. Le Professeur R. UZAN

CHIMIE ET BIOCHIMIE : Directeur : M. Le Professeur J. HUET

SCIENCES DE LA NATURE : Directeur : M. Le Professeur BRUN J.

SCIENCES PHYSIOLOGIQUES : Directeur : M. R. FONTANGES (M.C.A.)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N°1 : Directeur M. Le Professeur B. POUYET

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N°2 : Directeur : M. J. GALLET (Directeur ENSAM)

OBSERVATOIRE : Directeur : M. Le Professeur J. H. BIGAY

PHYSIQUE NUCLEAIRE : Directeur : M. Le Professeur A. SARAZIN

MECANIQUE : Directeur : M. Le Professeur J. MATHIEU

EXAMINATEURS DE LA THESE

PRESIDENT : Monsieur le Professeur J. BOURRET

ASSESSEURS: Monsieur le Professeur F. TOLOT

Monsieur le Docteur J.P. HAGUENAUER, Maître de Conférences Agrégé

Monsieur le Docteur J.C. LAFON, Maître de Conférences Agrégé

Monsieur le Docteur J. BERTHOLON

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur J.BOURRET

Il nous a fait grand honneur en acceptant
de présider notre jury.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression
de notre gratitude.

A NOS JUGES

Monsieur le Professeur F.TOLOT

Il nous a enseigné la Médecine du Travail.
Il a bien voulu juger cette étude.
Nous l'en remercions vivement.

Monsieur le Docteur J.P.HAGUENAUER
Maître de Conférences Agrégé

Il a accepté de siéger à notre jury
Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Monsieur le Docteur J.C.LAFON
Maître de Conférences Agrégé

Il nous a donné l'idée de travail et en a suivi sa
réalisation.
Nous le remercions pour tout cela.

Monsieur le Docteur J.BERTHOLON

Il nous a guidé dans le milieu complexe du travail
industriel et nous a sensibilisé aux problèmes du
bruit professionnel.

A Monsieur le Docteur J.C.DUCLOS

Chargé de Recherches Audiologiques à l'I.U.M.T. de Lyon

Qui nous a guidé dans la réalisation de cette
étude et à qui cette thèse doit beaucoup.

A Mesdames BESTAULT et ENSELME

Qui nous ont aidé dans la réalisation pratique
de cette thèse.

INTRODUCTION

I N T R O D U C T I O N

Le bruit accompagne très souvent l'activité industrielle, quelle que soit la matière première travaillée, qu'il s'agisse de la fabrication proprement dite ou de ses activités annexes. La nuisance du bruit est connue depuis longtemps. Par contre, la lutte contre le bruit et la prévention de ses effets nocifs sur l'homme sont d'acquisition récente.

Il est encore difficile de définir le caractère nocif d'un bruit industriel. Beaucoup de critères ont été avancés, mais la relation entre la nature du bruit, son rythme et le déficit auditif est loin d'être encore précise. Si l'on arrive assez bien à cerner les aspects physiques du bruit et à les chiffrer, la corrélation bruit - audition n'est pas satisfaisante.

Le mouvement de l'emploi dans les secteurs bruyants, le changement des machines, les modifications du rythme de travail, les produits traités, l'inégalité de répartition des périodes bruyantes rendent très difficile la corrélation bruit-surdité. Trop souvent, des travaux mal contrôlés ou même de simples hypothèses ont servi de base à l'établissement des normes.

En fait, on se heurte à des problèmes de précision des mesures audiométriques tant par la précarité des moyens que par la formation technique insuffisante des personnes chargées de prélever les données et il est pratiquement impossible de savoir ce qu'une oreille a reçu de bruit pendant un laps de temps donné pour qu'on puisse affirmer qu'il y ait une relation entre le bruit mesuré et l'état de l'audition de l'ouvrier.

Le critère de la surdité professionnelle ne doit pas être la constatation d'une encoche audiométrique sur les plages fréquentielles ~~aigües~~, mais l'évolution de cette atteinte audiométrique spécifique au cours d'examens répétitifs. On étudie alors la surdité professionnelle au cours de son évolution et non sur la seule constatation à une date précise d'un déficit auditif.

On peut alors aborder la notion de nocivité d'un atelier non plus par les données de mesures du bruit (sonométrie) mais par l'action de ce bruit sur l'audition de la population ouvrière travaillant dans cet atelier, action que l'on peut mesurer par l'audiométrie.

Une telle démarche devrait permettre également au médecin du travail devant l'aggravation d'un sujet, de rechercher une susceptibilité particulière au bruit chez celui-ci ou une nouvelle nuisance sonore dans l'atelier.

Nous sous sommes donc proposés d'étudier dans ce travail l'évolution des atteintes auditives de sujets exposés professionnellement au bruit en éliminant les facteurs d'atteintes auditives extraprofessionnelles qu'il s'agisse d'antécédents pathologiques ou d'antécédents bruyants extraprofessionnels. En effet, l'élément nouveau apporté par l'étude de l'évolution auditive sur plusieurs contrôles audiométriques nous a paru intéressant dans la démarche prophylactique du médecin du travail. Si la mesure physique du bruit garde tout son intérêt notamment en vue de la réduction du niveau sonore, recherche des critères physiques de nocivité, cette formule est séduisante en ce sens que la notion d'atteinte auditive est déduite de l'analyse de l'évolution de l'atteinte cochléaire.

Ce travail a été possible grâce à l'activité du service d'audiométrie de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon. Celui-ci met au service des entreprises un camion audiométrique équipé spécialement pour la réalisation d'examens sur les lieux de travail ; chaque examen donne lieu à l'établissement d'une fiche qui est ensuite mise en mémoire par le service informatique, et d'une fiche de compte-rendu qui est adressée au médecin du travail de l'entreprise.

S'il existe souvent des réticences à la connaissance très précise de la nocivité des bruits, l'indépendance du service d'audiométrie de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon et l'intégration du service médical dans l'entreprise a permis par contre, pour cette étude, une collaboration à tous les niveaux de la hiérarchie industrielle, de l'ouvrier à la direction. L'étude fut réalisée dans une grande entreprise de la banlieue de LYON spécialisée dans la synthèse de polymères. Il s'agit d'ateliers de niveau sonore relativement élevé puisqu'il s'étend de 85 dBA à 110 dBA, ateliers actuellement non mentionnés au 42ème tableau des maladies professionnelles.

Nous analyserons dans ce travail le résultat comparatif des mesures audiométriques faites à 6 ans d'intervalle, c'est-à-dire en décembre 1971 et janvier 1977. Nous avons retenu sur l'ensemble des audiogrammes pratiqués en 1971 ceux que nous estimions normaux. Ceci a permis d'éliminer tout facteur antérieur tant pathologique que professionnel qu'il était difficile de préciser par l'interrogatoire. Nous essayons de dégager les facteurs qui peuvent intervenir dans l'évolution de la surdité professionnelle en recherchant sur le lieu de travail l'explication des variations possibles entre groupes d'individus et des différents ateliers.

Après un rappel anatomo-physiologique de l'oreille et un rappel de l'action traumatique du bruit sur celle-ci, nous décrirons les conditions de travail des ouvriers et essayerons d'analyser l'évolution de l'atteinte auditive en fonction de celles-ci.

PREMIERE PARTIE

I - LES SONS - LE BRUIT

1) Les vibrations

Seuls quelques uns des nombreux phénomènes vibratoires connus en Physique sont accessibles à l'homme.

Les vibrations aériennes sont perçues par l'oreille seulement si elles appartiennent à la bande fréquentielle comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz, ces limites pouvant varier d'un individu à l'autre.

Les vibrations transmises par voie solide ou liquide sont perçues selon leur fréquence et leur amplitude par le vestibule, les terminaisons sensibles des muscles, tendons ou surfaces articulaires, la peau et les muqueuses, Dans certaines conditions, l'oreille reçoit aussi les vibrations par voie solide (voie osseuse).

2) Les sons

- Définition :

"Effet des vibrations rapides des corps se propageant dans les milieux matériels et excitant l'organe de l'ouïe". (Larousse)

- Le son, phénomène physique:

Le son est un phénomène physique vibratoire qui se propage, la vibration s'effectuant longitudinalement par rapport à la direction de propagation. On lui définit des paramètres :

. locaux : amplitude, vitesse d'oscillation, changement de pression atmosphérique au lieu de la vibration.

. généraux :

Le mouvement se reproduit identique à lui-même au bout d'un temps appelé PERIODE ,

La FREQUENCE est le nombre de vibrations par seconde ; elle s'exprime en Herz

La propagation du mouvement se fait avec une vitesse variable suivant le milieu traversé.

L'intensité du son découle de la notion de puissance mécanique. Rappelons que :

$$\text{TRAVAIL} = \text{FORCE} \times \text{DEPLACEMENT}$$

et

$$\text{PUISSANCE} = \text{TRAVAIL} / \text{TEMPS}$$

Dans le cas du son , la force est le produit de la variation locale de pression par la surface, ce qui peut s'écrire :

$$F = p \times s$$

donc
$$\text{puissance} = \frac{p \times s \times l}{t} = p V s$$

et par unité de surface $I_a = \frac{p V s}{s} = P V \text{ en } \mu\text{W/cm}^2$

Au seuil de l'audition, l'intensité est de l'ordre de $10^{-16} \mu\text{W/cm}^2$
 Pour des sons intenses, elle sera de l'ordre de $10^{-4} \mu\text{W/cm}^2$

L'intensité varie en raison inverse du carré de la distance à la source sonore.

- Le son, phénomène auditif

La notation de l'intensité en $\mu\text{W/cm}^2$ est arithmétique.

On a constaté que la variation minimale de sensation que l'oreille peut discerner, Δs , est en rapport constant avec cette dernière. C'est la loi de Weber-Fechner qui s'écrit :

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{I}{k} \Delta s \quad k = \text{constante}$$

Concrètement, on peut dire que, si l'intensité croît comme les nombres 1, 2, 4, 10, 100, la sensation croît comme les nombres 0, 0,3, 0,6, 1, 2.

Cette loi peut s'écrire encore :

$$s = k \log \frac{I_a}{I'a} \quad I_a \text{ et } I'a \text{ étant deux intensités}$$

comparées d'un même son.

ou encore :

$$N = 10 \log_{10} \frac{I_a}{I'a} \quad N \text{ en décibels traduisant la}$$

VARIATION correspondant au changement d'intensité physique.

Le décibel est donc la plus petite VARIATION d'intensité sonore qu'il soit possible à l'oreille de discerner. Le décibel ne désigne donc pas une quantité d'énergie, mais le rapport entre deux intensités physiques de deux sons de même fréquence.

En pratique, la notation en décibels permet la représentation de n'importe quelle variation d'intensité par un nombre à 2 ou 3 chiffres significatifs.

Cependant, la notation en décibels ne suffit pas à caractériser la finesse de l'ouïe.

En effet, si on fait entendre à un sujet un son de fréquence F dont l'intensité produit sur l'oreille une sensation S , on constate que, en faisant varier la fréquence, on est obligé de modifier l'intensité physique I pour obtenir la même sensation.

L'ensemble des valeurs I associées pour les différentes fréquences à la sensation S peut être représenté par une courbe d'égale sensation sonore. Il y a donc autant de courbes de cette nature que de niveaux de sensation sonore ; elles forment le réseau de FLETCHNER-MUNSON.

Chaque courbe correspond à un nombre de phones, il y a 120 échelons successifs.

Ce réseau montre l'insuffisance du décibel car :

- aux basses fréquences, l'audition n'existe que pour des sons d'une intensité supérieure à 40 dB à celle du son juste audible à la fréquence 1000 Hz.

- l'écart entre les courbes d'égale sensation n'est pas constant.

Le phone devient donc une comparaison subjective avec un son de fréquence fixe, physiquement spécifié et repéré par rapport à 10^{-16} W/cm^2 limite d'audition à 1000 Hz.

3) Le bruit

- Définition

On peut le définir subjectivement comme une sensation auditive non musicale, voire même désagréable.

- Constitution

Les bruits sont composés d'un certain nombre de sons ayant leur fréquence et leur intensité propre. Au total, c'est un phénomène vibratoire apériodique caractérisé par les paramètres suivants :

- . intensité mesurée en décibels
- . fréquence : le bruit peut être composé en fait de plusieurs fréquences voire même de toute la bande audible ; certaines fréquences sont prédominantes, l'ensemble des fréquences constituant le bruit formant son spectre
- . un rythme d'émission : le bruit peut être continu ou intermittent.

4) Mesure du bruit

Les sonomètres sont des appareils destinés à mesurer le bruit.

Ils sont constitués par un microphone, un amplificateur et un appareil gradué en phones.

On a cherché à donner à ces appareils une sensibilité variable avec l'intensité comme c'est le fait de l'oreille ; on a donc introduit dans la chaîne d'amplification trois réseaux pondérateurs.

La sensibilité des sonomètres est logarithmique et la graduation est faite en décibels. Toute lecture s'exprime donc en décibels mais son enonciation doit être accompagnée de la désignation du réseau A, B ou C.

L'appareil peut également fonctionner en décibel-mètre linéaire.

Les sonomètres peuvent être utilisés pour :

- . la mesure d'intensité globale;
- . l'analyse spectrale : les spectomètres analysent le niveau sonore dans des bandes de fréquence ayant une largeur donnée.

Une limite acceptable de bruit a été fixée en mars 1961 par la Commission Technique d'étude du bruit de Ministère de la Santé .
Cette courbe de niveau du bruit en fonction des fréquences donne les valeurs qu'il conviendrait de ne pas dépasser pour une exposition à un bruit complexe pendant une durée de travail de 8 heures par jour, cinq jours par semaine.

Les courbes proposées définissent trois zones :

ZONE I : Les bruits dont l'intensité est située dans cette zone sont considérés comme non dangereux.

ZONE III: Les bruits de cette zone sont dangereux

ZONE II : Dans cette zone, il y a présomption de danger.

II - L'OREILLE et LE BRUIT

1) Rappel de l'anatomie de l'oreille

Entre le pavillon qui recueille les sons et le cortex cérébral où ils sont représentés, se trouve un appareil récepteur : l'oreille, et un appareil de transmission et d'intégration, les voies et centres nerveux de l'audition.

L'appareil récepteur est constitué de trois parties :

. L'oreille externe représentée par le conduit auditif externe précédé par le pavillon et fermé à son extrémité interne par le tympan.

. L'oreille moyenne : chambre aérienne ou caisse du tympan creusée dans l'os temporal et communiquant avec l'air ambiant par un étroit conduit qui s'ouvre dans le pharynx : la trompe d'Eustache, elle renferme la chaîne des osselets : marteau, enclume, étrier, articulés entre eux, qui relient le tympan, auquel adhère le marteau à la fenêtre ovale, ouverture dans laquelle peut se mouvoir la platine de l'étrier.

Le marteau et l'étrier sont munis chacun d'un petit muscle dont la contraction réflexe permet une certaine accommodation réflexe de l'oreille aux sons intenses.

. L'oreille interne comprend le vestibule et la cochlée, cette dernière, seule, appartenant à l'appareil auditif.

La cochlée contenue dans l'os temporal fait suite à l'oreille moyenne avec laquelle elle communique par la fenêtre ovale. Elle s'enroule en deux tours et demi de spire.

Elle contient un tube membraneux cloisonné en trois canaux :

. en haut, la rampe vestibulaire qui communique avec l'oreille moyenne par la fenêtre ovale,

. en bas, la rampe tympanique qui aboutit à la fenêtre ronde,

. à l'extérieur, rempli de liquide endolymphatique, le canal cochléaire contient l'organe de Corti qui transforme les vibrations en phénomène électrique. Il est composé de 24 000 cellules ciliées implantées sur la membrane basilaire et donnant naissance aux fibres nerveuses qui se réunissent pour former le nerf cochléaire.

Les voies nerveuses sont l'ensemble de cinq étages de relais réunis par les neurones de 1er, 2ème, 3ème et 4ème ordre. Au fur et à mesure que s'élève le numéro d'ordre du neurone, celui-ci est en connexion avec une plus vaste partie du système nerveux.

2) Rappel de la mécanique auditive

La vibration sonore est recueillie par le conduit auditif externe qui sert de résonnateur et permet de préciser l'origine du faisceau sonore.

Elle arrive au tympan qu'elle ébranle et qui met à son tour en jeu la chaîne des osselets ; à l'extrémité de celle-ci, les mouvements de la platine mobilisent le milieu liquide de l'oreille interne. Ce mode de transmission tympano-ossiculaire permet d'amplifier les pressions transmises à l'oreille interne qui sont 22 fois plus fortes que la pression au tympan.

Les ondes vibratoires liquidiennes déterminent une série de déformations mécaniques dans la rampe cochléaire où se trouve l'organe même de perception. Dans la rampe tympanique des mouvements inverses permettent de satisfaire à la loi d'incompressibilité des liquides et se traduisent par des déplacements de la fenêtre ronde située à l'extrémité de la rampe tympanique.

Une variation brusque de la pression acoustique est perçue en fonction de l'énergie qu'elle transporte et des qualités mécaniques de l'oreille. Cette simple variation, sans périodicité, est appelée impulsion.

Cette impulsion peut se répéter de manière régulière donc périodique ou bien avec une périodicité irrégulière. Elle peut également se répéter de manière imprévisible, elle est dite aléatoire dans ce cas.

L'impulsion est donc l'unité acoustique dont les deux paramètres physiques sont la périodicité et la puissance acoustique. La forme de l'impulsion peut être traduite mathématiquement par son spectre ; plus l'impulsion s'établit brusquement, plus son spectre se compose de fréquences aiguës ; au contraire, si elle s'établit lentement, elle engendre la perception d'une tonalité grave.

La cochlée reçoit l'énergie transportée par l'impulsion. Celle-ci ne se dissipe pas immédiatement mais persiste avec une décroissance logarithmique de sa valeur. Ce phénomène est appelé rémanence cochléaire ; il explique l'accumulation possible d'énergie en un temps très court et la possibilité de lésions mais aussi la possibilité d'intégration des impulsions successives par l'interférence des ondes produites à l'intérieur de la cochlée.

Le pouvoir séparateur de la cochlée est la qualité qui lui permet de distinguer deux impulsions successives. Les limites en sont fixées par les qualités d'intégration de la cochlée d'une part, par la période réfractaire de la fibre nerveuse qui transporte l'influx nerveux de la stimulation de la cochlée d'autre part.

La transmission de la vibration à travers l'oreille interne se fait de manière linéaire alors que la conduction neurosensorielle se fait avec un affaiblissement logarithmique, fait décrit par la loi de Weber-Fechner.

La propagation de l'onde vibratoire dans la cochlée est mal connue. De toute manière, on peut dire déjà que l'énergie incidente met un certain temps à être dissipée dans l'oreille interne, quelque soit le mode de cette dissipation.

3) Le traumatisme acoustique

Pour des raisons encore obscures, l'audition trop intense ou trop prolongée d'un son quelle que soit sa fréquence, qu'il soit pur ou complexe, provoque une lésion limitée à la zone de la membrane basilaire qui perçoit la fréquence 4 000 Hz.

Plusieurs théories ont été élaborées qui tentent d'expliquer cette particularité.

- Théorie de LARSEN : La vascularisation précaire de la zone réceptive de la fréquence 4 000 Hz pourrait expliquer le traumatisme acoustique ; cette hypothèse n'a jamais été vérifiée.

- Théorie de KOBRAK : Les bruits intenses court-circuitent la chaîne des osselets et viennent frapper directement la fenêtre ronde ; ils agissent en même temps sur la zone réceptrice des 4 000 Hz toute proche.

- Théorie de RUEDI et W. FURRER : s'inspirant des expériences de Von Békésy, elles établissent qu'un son produit un tourbillon au sein du liquide endolymphatique de part et d'autre de la membrane basilaire et que celle-ci est soumise alors à des déplacements longitudinaux dont l'intensité maximale se localise en un point dépendant de la fréquence du son.

Pour un bruit intense et de composition spectrale complexe, il existerait des tourbillons multiples et de sens contraire, le changement de sens se trouvant en regard de la zone 4 000 Hz.

- Théorie de GLORIG : les lésions seraient dues à un trouble métabolique.

- Théorie de WISNER : elle insiste sur l'accumulation d'énergie dans une zone localisée de la cochlée ; l'énergie sonore d'un son aigu se concentre sur une faible surface, la dissipation de l'énergie sous forme de chaleur se fait dans un petit nombre de cellules dont le risque de destruction devient considérable.

- LAFON :

La lésion de l'organe de Corti est proportionnelle à l'énergie libérée localement.

Le calcul de l'énergie du spectre sonore incident libérée au niveau de la cochlée rend compte de la forme audiométrique de la surdité qu'il provoque.

Enfin, un son pur, de localisation cochléaire plus restreinte qu'un bruit aléatoire appartenant à la même zone de fréquences, provoque une atteinte plus importante.

Quelle que soit la théorie envisagée, on aboutit à la même hypothèse d'une zone où l'énergie est importante donc lésionnelle.

La forme de l'atteinte audiométrique est étroitement liée à la forme de l'énergie acoustique du bruit en fonction de l'amortissement de l'oreille.

Les bruits traumatisants présentent les caractères suivants :

- de fréquence : les sons aigus sont plus nocifs que les sons graves. La nocivité particulière de la fréquence 4 000 Hz est maintenant établie
- d'intensité : elle est plus ou moins bien tolérée selon la fréquence : à 125 Hz, on supporte 145 dB
à 4 000 Hz, la même intensité est très dangereuse.
- de rythme d'émission : le bruit continu est moins traumatisant que le bruit discontinu, surtout à fréquence élevée.

Les bruits les plus nocifs sont les bruits impulsionnels.

De plus, il faut considérer les conditions matérielles de travail :

- rôle des parois métalliques ou de ciment créant résonnances, vibrations, réverbérations, échos.
- fonctionnement simultané de plusieurs machines bruyantes,
- transmission des vibrations par le squelette, d'où atteinte de la cochlée par voie osseuse.

III - LA SURDITE PROFESSIONNELLE

1) Définition

C'est l'altération irréversible de l'audition survenant chez des sujets ayant exercé leur activité professionnelle en milieu bruyant.

2) Etiologie

Les facteurs étiologiques peuvent être envisagés sous deux aspects :

- caractéristiques du bruit,
- susceptibilité individuelle représentée par :
 - . l'âge
 - . la fragilisation antérieure de l'oreille par une infection ou la prise d'un médicament toxique pour la cochlée, l'existence d'un élément d'atteinte auditive héréditaire;
 - . la susceptibilité personnelle de l'individu que l'on ne peut mesurer ou prévoir dans l'état actuel de nos connaissances.

3) Clinique

Evolution de la courbe auditive

L'atteinte auditive débute au niveau des fréquences qui transportent

le plus d'énergie susceptible d'être reçue par la cochlée. Elle se traduit par une encoche sur la fréquence 4 000 Hz. Selon le spectre du bruit auquel l'oreille est exposée, il peut y avoir quelques variantes vers l'aigu ou vers le grave.

Puis l'encoche se creuse et le déficit s'étend aux fréquences voisines graves et aiguës. L'ouvrier ne ressent sa surdité que si la fréquence 2 000 Hz est atteinte ; elle appartenait en effet à la bande dite conversationnelle allant de 500 à 2 000 Hz qui contient les fréquences présentes dans le spectre de la voix humaine.

Si l'exposition au bruit continue, la fréquence 2 000 Hz devient l'objet d'une perte auditive importante.

Puis la surdité s'étend vers les graves et atteint profondément les aigus.

On peut décrire des formes cliniques :

- . forme à prédominance unilatérale,
- . forme sans scotome avec atteinte concomittente des fréquences 2 000, 4 000, 8 000 Hz.
- . forme à scotome à 1 000 Hz
- . formes évolutives. En théorie, la surdité par exposition au bruit n'évolue plus si l'on retire le sujet du bruit.

En fait, il n'en est pas toujours ainsi ; il est admis que les lésions cochléaires réalisent un processus dégénératif qui succède aux troubles métaboliques.

4) Aspect medico-légal

La surdité professionnelle est inscrite au tableau n° 42 des maladies professionnelles depuis 1963.

Ne sont pris en charge que les ouvriers ayant travaillé deux ans au bruit (30 jours seulement s'ils travaillent à la mise au point de propulseurs, réacteurs, et moteurs à pistons) et dans un atelier appartenant à la liste restrictive figurant au tableau.

En vue de l'indemnisation, on prend en considération le déficit auditif pour la meilleure oreille sur les fréquences 500, 1 000, et 2 000 Hz en multipliant par deux le déficit à 1 000. Il ne doit pas y avoir d'évolution audiométrique six mois après la première constatation audiométrique et le retrait du bruit. En pratique, on peut essentiellement indemniser des ouvriers qui partent à la retraite.

DEUXIEME PARTIE

PRESENTATION DE L'USINE ET DES ATELIERS ETUDIES

L'usine qui nous a accueillie pour cette étude appartient au secteur de la chimie des polymères.

Au sein de l'usine certains ateliers sont particulièrement bruyants ; le personnel qui y travaille est suivi sur le plan audiométrique. C'est dans cette portion de la population ouvrière que nous avons choisi les 70 personnes retenues pour notre étude.

Les ateliers dans lesquels travaillent les ouvriers appartiennent aux deux grands secteurs de la fabrication :

- atelier PN_1 et atelier PN_6 fabriquant un polyamide, le NYLON, destiné soit à l'usage textile, soit à l'usage industriel ; dans ce cas il subit en plus une préparation spécifique dans un autre atelier l'atelier PC.

- atelier POLY-I et atelier POLY-II-III qui fabriquent un polyester, le TERGAL, uniquement à usage textile.

Dans ce chapitre nous présenterons le travail des ouvriers exposés au bruit et les conditions dans lesquelles se déroule ce travail.

LE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE FABRICATION DU NYLON

INTRODUCTION

Présentation de la polymérisation du NYLON

La matière de base (le monomère) est le sel nylon qui résulte de l'action d'un diacide : l'acide adipique et d'une amine : l'hexaméthylène diamine. Ces deux derniers corps sont obtenus à partir de la houille ou du pétrole.

Par élimination d'eau et polycondensation le sel conduit au polymère : le polyamide nylon.

Seuls intéressent notre sujet les ateliers de polymérisation car la fabrication y est bruyante :

- atelier de polymérisation du NYLON à usage textile PN_1 et PN_6
- ateliers de préparation du NYLON à usage industriel $PC_1 - PC_2$
 $PC_3 - PC_4$.

Le procédé chimique est le même dans les deux cas mais la mise en oeuvre est différente.

1 - ETUDE DE L'ANBIANCE DE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE POLYMERISATION DU NYLON
 PN_1 et PN_6

A/ ATELIER PN_6

1) Les installations

Les appareils sont répartis sur cinq étages :

- au niveau V (le plus élevé) les doseurs introduisent le sel nylon vers
 - les évaporateurs du niveau IV
 - le niveau III est occupé par les autoclaves de polymérisation. A cet étage se trouvent également les systèmes de surveillance de la fabrication entièrement automatisée (armoires)
 - le niveau II est celui des "roues de coulée". Les grains de nylon qu'elles débitent passent directement dans :
 - les trémies du niveau I pour être séchés.
- Un système pneumatique renvoie les grains au niveau V d'où ils sont stockés dans des silos qui occupent toute la hauteur du bâtiment.

2) L'atelier des roues de coulée

Il occupe tout le niveau II et a retenu notre attention car c'est le plus bruyant.

C'est un local rectangulaire aux dimensions suivantes :
hauteur sous plafond 5 M environ, longueur 60 M, largeur 11 M.

Niveau V

Niveau IV

Niveau III

Niveau II

Niveau I

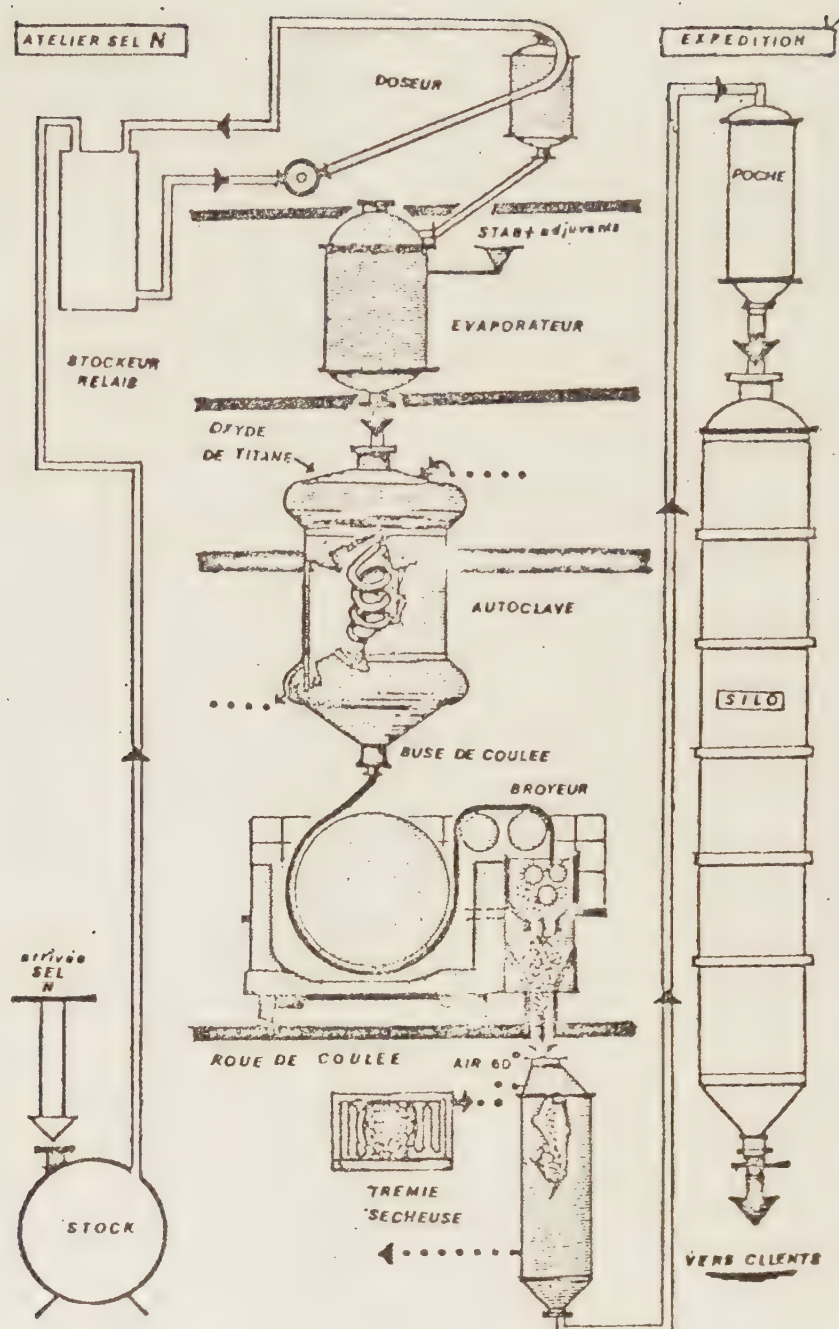


Schéma des installations de polymérisation de PN_6

Réparation des roues de coulée

60 m

6 roues mobiles effectuant les coulées des 16 buses

16 buses de coulée

3m50 3m50

18 silos

Deuxième partie de la réparation des roues de coulée

Fermé à l'une des extrémités par un mur il s'ouvre de l'autre sur le garage des roues de coulée, où celles-ci sont retirées si une réparation est nécessaire.

L'ensemble du bâtiment auquel appartient ce local est construit sur pilotis. Il comporte une armature de poutrelles métalliques; murs, plafond et plancher sont en béton.

Le plafond laisse passer la partie inférieure des 16 autoclaves de polymérisation ; le sol est carrelé et parcouru sur sa longueur par deux rails métalliques dont l'écartement correspond à la longueur de la roue de coulée. Ils permettent de déplacer ces dernières dans l'atelier ; entre les rails court une rigole d'évacuation des eaux.

Le mur auquel les roues de coulée font face est occupé par les silos qui montent le long de la hauteur entière du bâtiment.

Enfin de nombreuses conduites pour le transport des fluides occupent une partie du plafond de l'atelier.

Les sept roues de coulées disposées suivant la largeur de l'atelier peuvent être déplacées comme on l'a vu sous la buse de coulée d'un des seize autoclaves

3) La roue de coulée et son fonctionnement.

Sous le terme "roue de coulée" on désigne l'ensemble des appareils nécessaires à la coulée du NYLON et à sa granulation.

Ces différents éléments sont portés par une structure métallique munie de quatre roues métalliques ; le tout peut être déplacé sur des rails.

Vue de côté, c'est-à-dire suivant la largeur du bâtiment, la roue de coulée se répartit sur deux niveaux :

- à droite et le plus bas

- . le tambour (ou "roue" proprement dite qui a donné son nom à l'ensemble) tournant autour d'un axe horizontal parallèle à la largeur de l'ensemble.

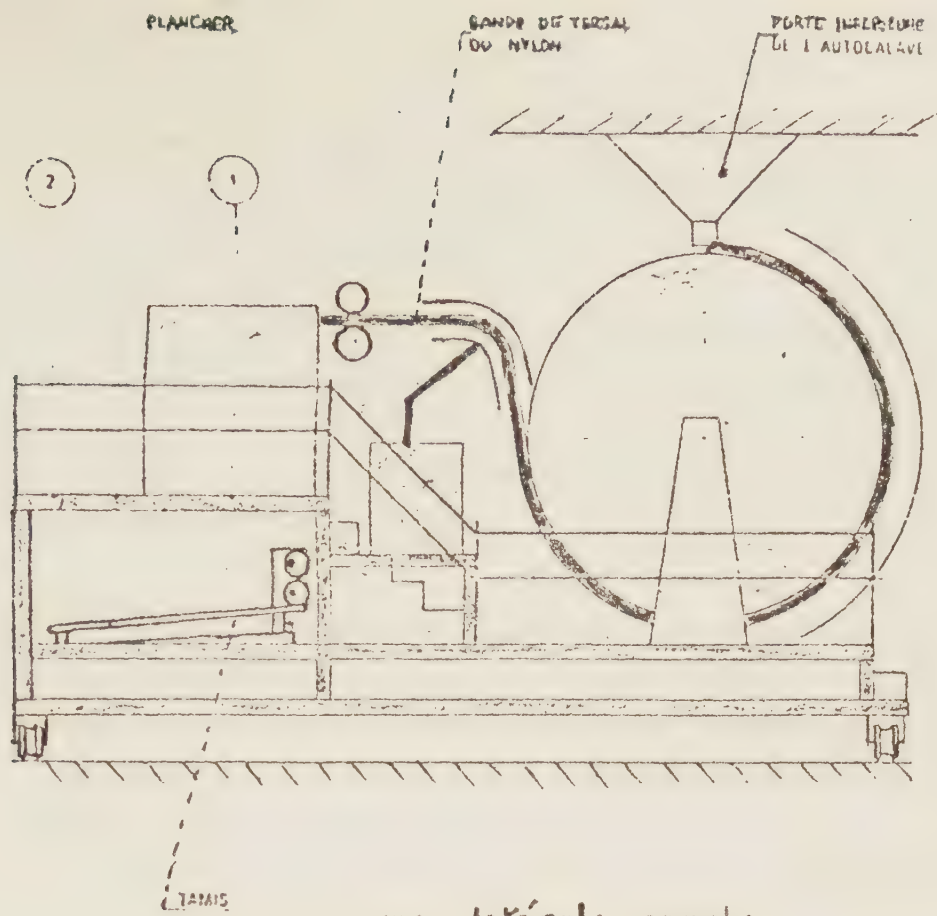
- . deux rouleaux entraîneurs dont l'axe est parallèle à celui du tambour.

- . Un bac à eau placé sur le plancher de l'appareillage.

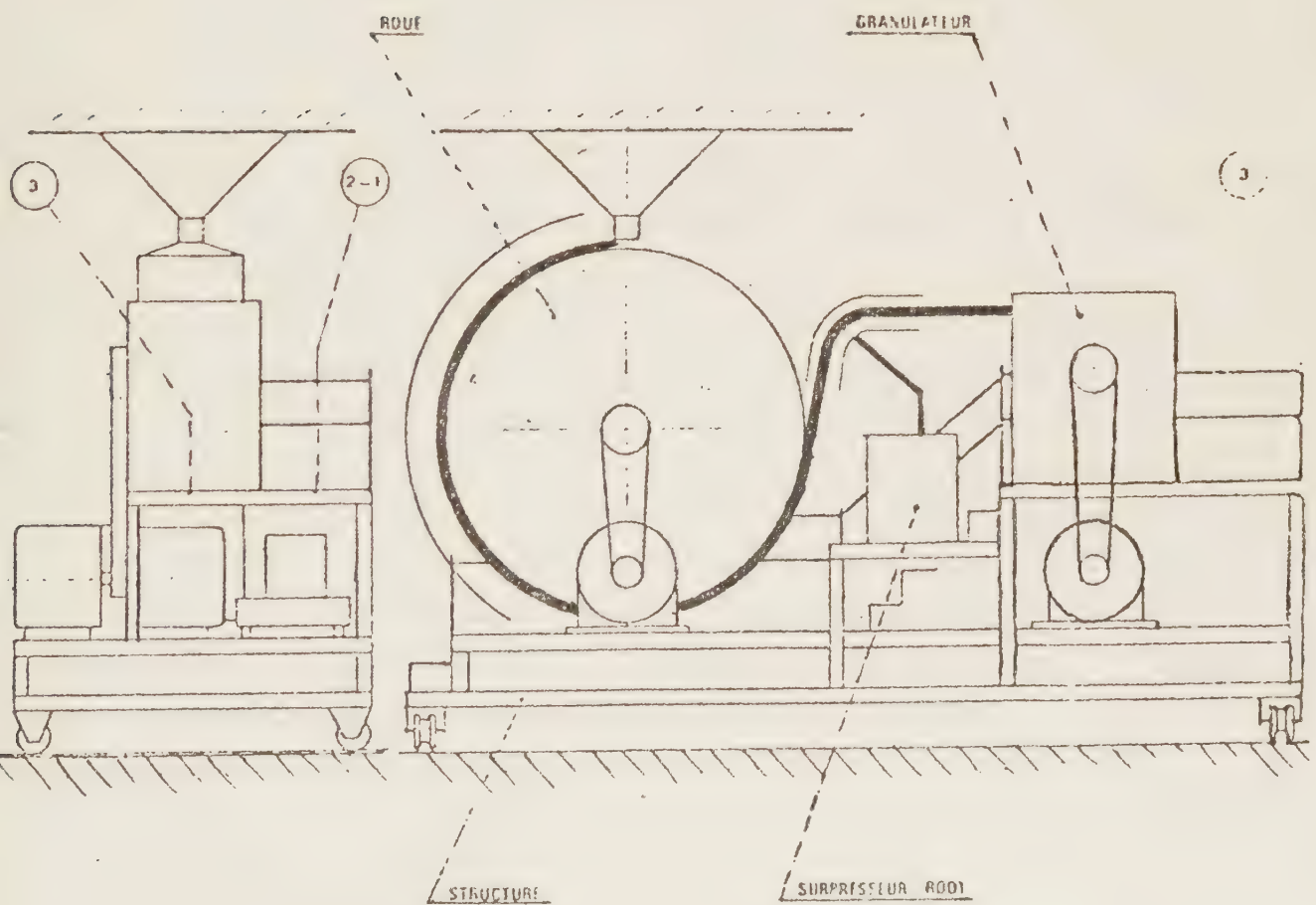
- au palier intermédiaire un bloc comprenant :

- . le système de séchage par air pulsé,

- . la cisaille fonctionnant à l'air comprimé



vue latérale gauche



Vue arrière

vue latérale droite

Soléc... K... d'une roue de caoutchouc

- à gauche et en haut

. le broyeur muni à sa partie inférieure d'un :

- tamis vibrant

- à l'arrière de cet ensemble se trouvent les moteurs électriques qui actionnent les appareils que l'on vient de décrire

On accède aux différents éléments de la roue de coulée par une passerelle qui la parcourt sur toute la longueur puis contourne le granulateur.

Une coulée se déroule ainsi : la roue est amenée sous l'autoclave. Le tambour se trouve alors à l'aplomb de la buse de coulée de l'autoclave et la vidange du tamis au-dessus de l'ouverture qui accède directement à la trémie sècheuse.

Les machines sont mises en route depuis un pupitre de commande fixé à la rambarde de la passerelle face au tambour.

L'ouvrier procède ensuite à l'ouverture de la buse de coulée à l'aide d'un volant.

Le nylon fondu, à 280° environ, s'écoule en un ruban liquide dont l'ouvrier saisit l'extrémité pour la faire passer sur le tambour puis entre les rouleaux délivreurs. Le tambour est arrosé continuellement d'eau qui assure le refroidissement et donc la solidification du NYLON. La bande solidifiée passe entre les rouleaux entraîneurs.

Puis elle plonge dans le bac rempli d'eau. Elle remonte sur des rouleaux qui l'entraînent jusqu'au granulateur. Au passage elle est séchée et refroidie encore par un système à air.

La plaque de nylon est introduite dans le broyeur où elle est cisailée d'abord en bandelettes longitudinales entre deux rouleaux horizontaux cannelés dont l'axe est perpendiculaire à la plaque. Ces bandelettes sont ensuite cisailées lors de leur passage entre un rotor à lame et une contre-lame.

Le grain ainsi formé, constitué de carrés de quelques millimètres de côté, tombe dans un tamis qui vibre de manière continue et retient tous les éléments qui ne sont pas à dimension. Puis il s'écoule vers la trémie sècheuse du niveau I. Il est alors à la température de 75° environ. Il est prêt à être stocké : le processus de polymérisation est terminé.

4) Le travail de l'ouvrier couleur - les autres postes de travail -

Le "couleur" ouvre manuellement la vanne de la buse de coulée, puis se saisit à pleine main de la tête de la bande pour la faire passer dans le circuit qu'on a décrit plus haut. Ce "chignon" est cisailé et éliminé

car impropre à la confection de grain. Le reste de la bande continue à s'écouler, se refroidit puis l'ouvrier l'engage dans le granulateur.

Le couleur surveille alors la vitesse d'écoulement qu'il règle en fonction de la température du polymère qui est enregistrée continuellement sur un graphique.

Il reste donc à son poste pendant toute la coulée soit 40 mn environ. Il peut circuler sur la passerelle depuis le tambour jusqu'à l'arrière du granulateur. Des interventions sur le granulateur sont parfois nécessaires ; il faut alors ôter le capot qui isole ce dernier et l'exposition au bruit est majeure.

Après la coulée l'ouvrier remet son poste en ordre ; il passe les rebuts de la coulée dans un granulateur situé dans une pièce indépendante de l'atelier ; cet appareil de conception ancienne est bruyant.

Plusieurs coulées peuvent avoir lieu en même temps ; l'ouvrier est alors exposé en plus au bruit venant des roues voisines.

L'ouvrier effectue 3 à 4 coulées par poste de travail. D'autre part, ce poste est occupé par roulement avec les autres postes de travail de l'atelier que nous avons trouvé moins bruyants d'après les mesures sonométriques, conduite de la fabrication aux "armoires", trémie sècheuse, ensilage.

Il est à noter que certains ouvriers préfèrent rester le plus possible à la coulée car ils trouvent ce travail plus concret et plus physique que la surveillance aux "armoires".

Nous avons essayé d'estimer plus précisément le temps passé au bruit par les ouvriers de PN_6 connaissant le nombre de postes effectués chaque année à la roue de coulée et sachant que pour chaque poste l'exposition est de 4 fois 40 mn soit 160 mn ou encore 2 H 40.

En dehors du temps occupé à la coulée l'ouvrier se rend au fumoir jusqu'à la prochaine opération ; cette pièce est loin de l'atelier et calme.

B/ ATELIER PN_1

De conception et d'installation plus ancienne que le précédent il fonctionne aussi en "discontinu".

L'étage des roues de coulée est également un local rectangulaire aux dimensions suivantes : hauteur : 6 M. longueur : 40 M environ, largeur : 9 M.

Ici les murs ne sont pas armés de poutrelles métalliques mais constitués de béton.

Il y a huit unités de production et six roues de coulées dont :

. 2 roues semblables à celles de PN_6 au détail mécanique près.

. 6 roues dont seuls tambours et rouleaux délivreurs sont mobiles. Le reste de l'appareillage est situé en élévation sur un bati fixe.

Les granulateurs ont été remplacés petit à petit mais il a subsisté pendant longtemps des modèles plus bruyants que les modèles actuels.

La fabrication est quant au principe semblable à celle de PN₆ ; les postes de travail sont les mêmes.

Cet atelier a cessé son activité en décembre 1976.

II - ETUDE DE L'AMBIANCE DE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE PREPARATION DU NYLON A USAGE INDUSTRIEL : PC₁ - PC₂ - PC₃ - PC₄.

1) La fabrication

Les ateliers PC transforment le NYLON pour le rendre directement utilisable par les industries du plastique et le livrent sous deux formes :

- grosses ébauches, planches, tubes ronds,
- poudres à mouler en "joncs" de section ronde, et de quelques millimètres de long, teints dans la masse, additionnés ou non de fibre de verre.

Le NYLON destiné à être ainsi préparé provient :

. soit des ateliers de polymérisation discontinue PN₁ et PN₆ sous forme de granulés.

. soit d'installations de polymérisation propres à cet atelier. Celles-ci sont regroupées dans deux installations en estacade. La conduite de ces installations s'exerce à partir d'une salle de contrôle. Le NYLON ainsi produit est soit envoyé fondu à l'atelier de préparation des plastiques NYLON, soit extrudé à travers une filière sous forme de brin.

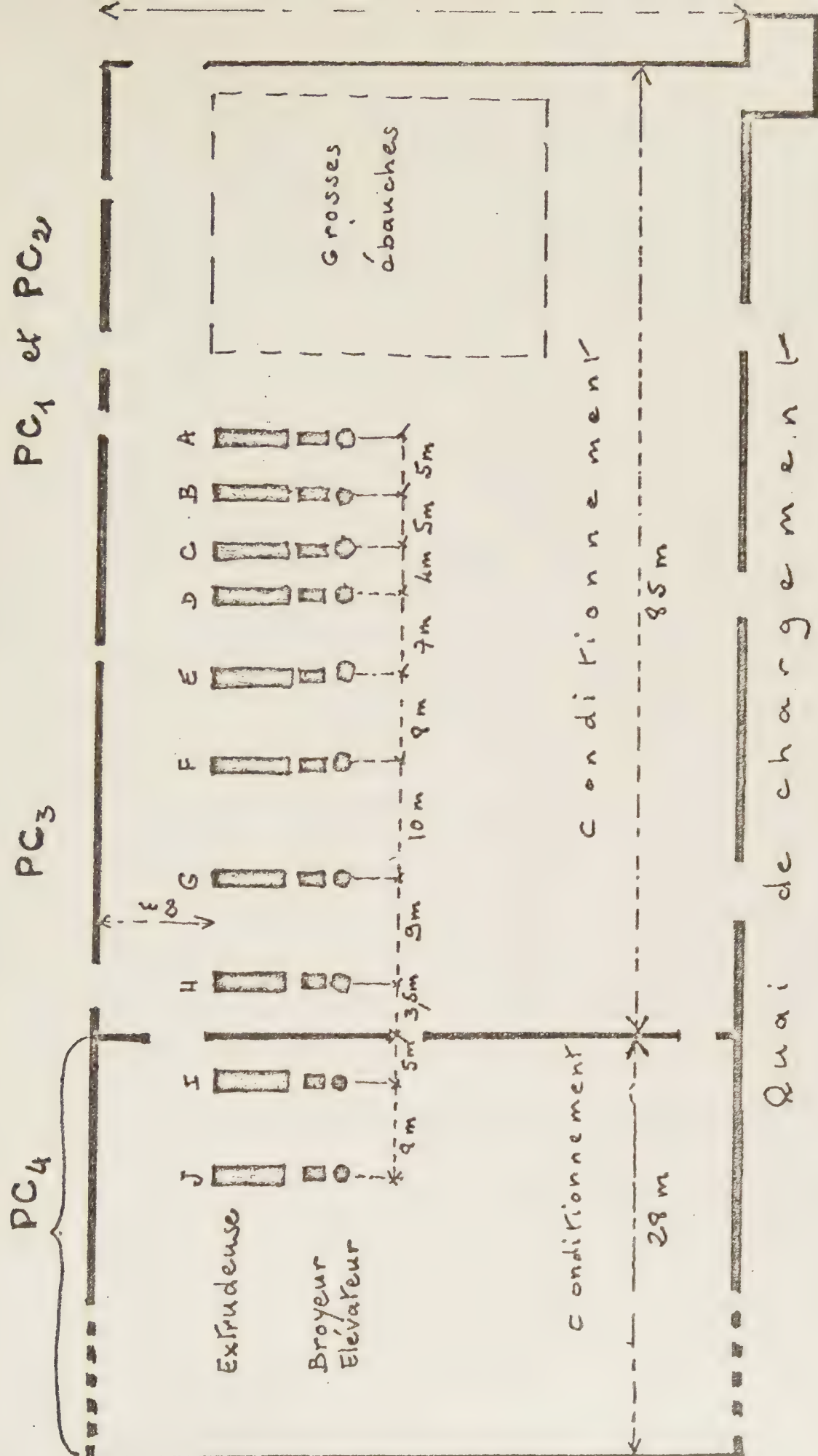
2) Ateliers et machines

L'atelier principal se présente comme un grand hangar aux dimensions suivantes :

- hauteur : 8 M
- longueur : 86 M
- largeur : 56 M

Le sol est bétonné. Le toit est constitué par des sheds. L'atelier est aménagé en deux parties : l'une est occupée par la fabrication ; l'autre est réservée au conditionnement.

La première partie seule nous intéresse. A son extrémité nord se trouvent les installations qui produisent les grosses ébauches ; on ne s'y attardera pas car elles ne sont pas bruyantes.



PC = Plan schématique de l'atelier

Puis viennent les lignes de fabrication des poudres à mouler, parallèles les unes aux autres et s'ordonnant suivant la demi-largeur de l'atelier.

A la tête de chaque ligne se trouve la boudineuse constituée d'un corps métallique cylindrique chauffé électriquement à l'intérieur duquel tournent un ou plusieurs arbres filetés qui mélangent entre eux les produits destinés à l'élaboration de la poudre à mouler. Elle est précédée par un moteur et surmontée par une trémie d'alimentation automatique.

La masse fondue est extrudée à travers une filière ; les brins qui en sortent passent aussitôt dans un bac à eau où ils sont refroidis et donc se solidifient.

Les brins sont ensuite séchés par air puis ils passent sur des rouleaux délivreurs avant d'être introduits dans le granulateur où ils sont coupés en grains de quelques millimètres de long. Ils sont ensuite refroidis lors de leur passage dans un élévateur vibrant hélicoïdal avant d'être conditionnés.

Le bruit provient ici encore du granulateur et de l'élévateur vibrant. Boudineuse et séchage par air ajoutent leur propre bruit. L'intensité sonore dépend également de l'état des machines ; dans un appareil ancien il y a plus de jeu ; donc plus de vibrations, donc plus de bruit.

Les machines reposent sur le sol soit directement soit par l'intermédiaire de "silent-blocs".

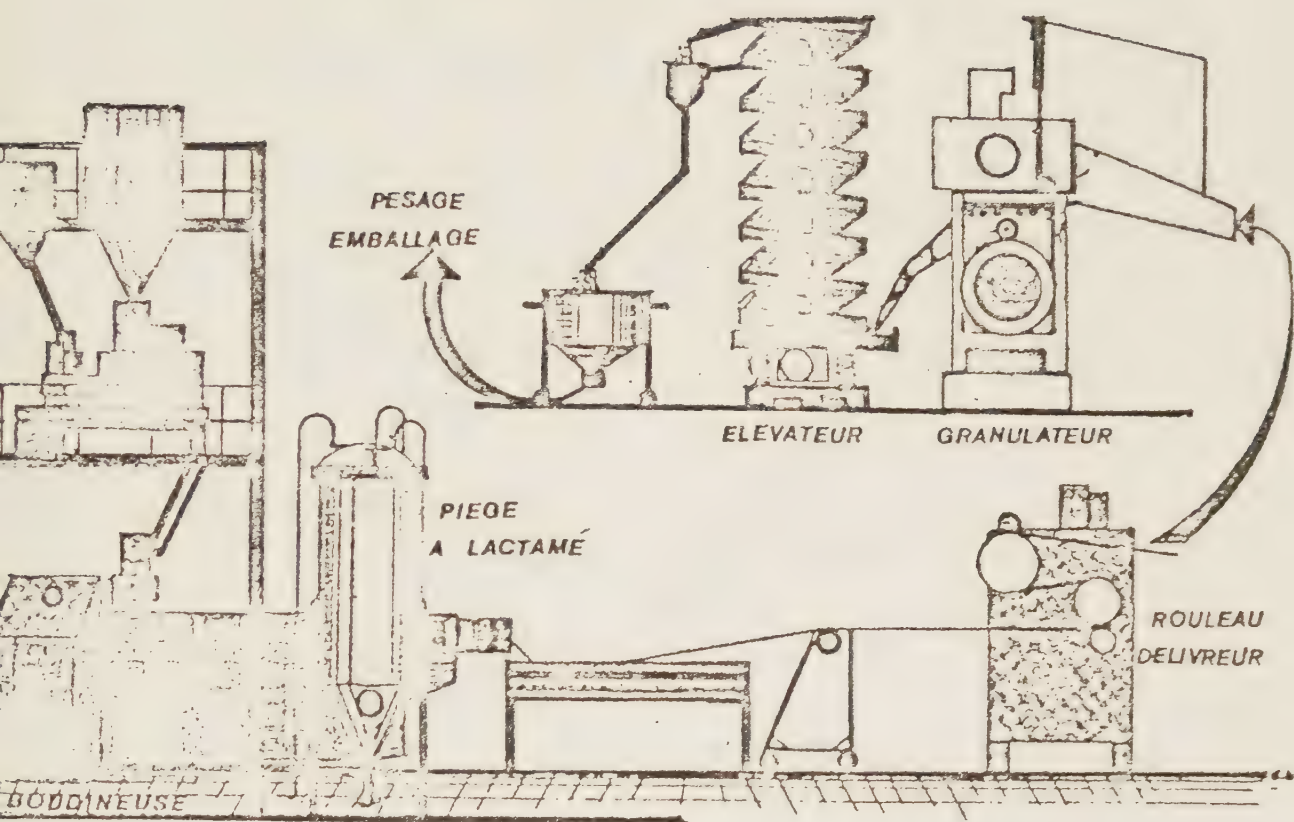
Il n'existe aucune séparation entre les huit lignes de fabrication de l'atelier principal. Les distances qui les séparent varient de 3,5 M à 10 M (voir le plan schématisé).

A l'atelier principal est juxtaposé l'atelier PC₄ qui communique largement avec le premier. Organisé de même en deux zones. Il abrite deux unités avec boudineuse et deux unités avec exutoire. La boudineuse est alors remplacée par une filière, non bruyante mais la granulation et l'élévation par système vibrant sont conservés.

3) Le travail du boudineur - les autres postes de travail.

Le boudineur est chargé de surveiller la fabrication depuis la trémie d'alimentation jusqu'à l'élévateur vibrant. Pendant la durée de son poste de travail il va et vient tout au long de la ligne de fabrication. Il saisit les brins qui sortent de la filière puis les fait passer dans le bac d'eau froide, puis dans les rouleaux délivreurs et enfin dans le granulateur. Si un brin casse il doit relancer sa coulée.

Il existe deux endroits où le boudineur se tient plus volontiers : le tableau de commande (réducteur) en regard de la boudineuse et le plan de travail (pupitre) en regard du bac d'eau.



PC Schéma d'ensemble des installations

Le boudineur est donc exposé à un bruit continu pendant ses huit heures de travail.

Les postes de travail se répartissent entre les postes de fabrications : conduite de la boudineuse et conduite de la polymérisation (salle de contrôle). Les postes de conditionnement sont éloignés des sources de bruit : broyeurs et élévateurs vibrants.

En principe les ouvriers du conditionnement ne travaillent pas à la fabrication. Dans cette dernière un roulement s'effectue entre contrôle et conduite de la boudineuse.

LE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE FABRICATION DU TERGAL

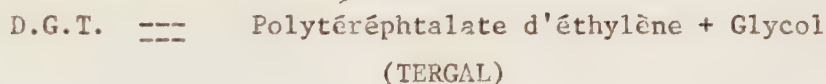
Bref rappel du procédé chimique :

Le diméthyltéréphtalate (D.M.T.) , matière de base, est fabriqué dans un autre atelier de l'usine. Il est amené aux installations de polymérisation où s'élaborent les réactions suivantes :

1) Intéréchange



2) Polycondensation



Le procédé chimique est le même dans les trois ateliers de polymérisation mais il est mis en oeuvre différemment. Il est :
discontinu à Poly I
partiellement continu à Poly II
continu à Poly III

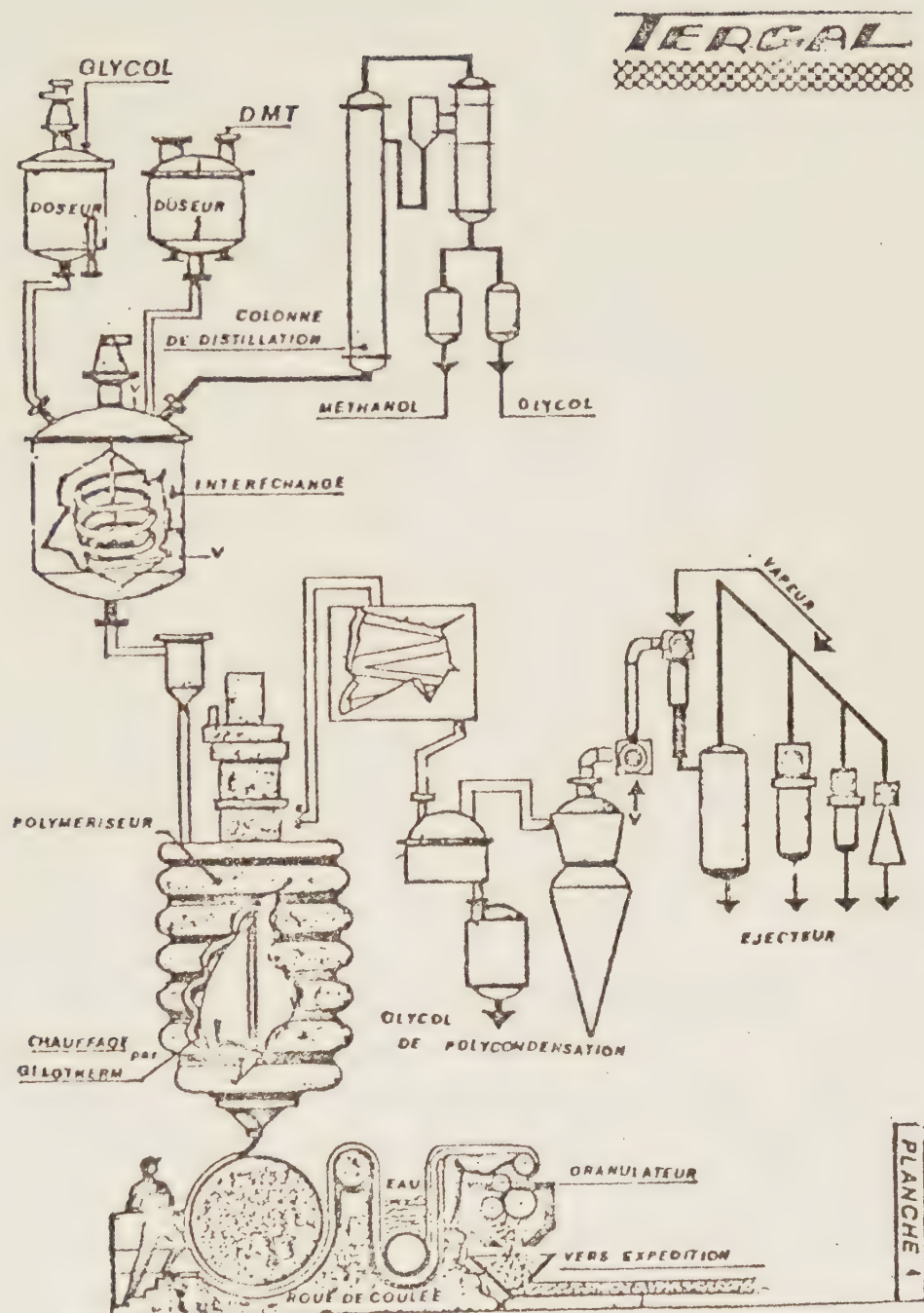
I - ETUDE DES INSTALLATIONS DE POLY I

1) Disposition des installations de production

Poly I est le plus ancien des ateliers de polymérisation du TERGAL.

Il a évolué dans le temps et comporte en fait trois parties, mais pour chacune d'elles les appareils de fabrication s'étagent sur trois niveaux.

Au niveau III les autoclaves d'inter-échange et leurs armoires de conduite sauf pour les installations les plus récentes qui sont surveillées depuis une salle de contrôle située au niveau II.



PolyI Schéma d'ensemble des installations

- Au niveau II se trouvent les autoclaves de polymérisation et leurs "armoires".
- Au niveau I se fait la coulée du TERGAL. Le grain est ensuite transporté par un système pneumatique vers les poches et les silos de stockage.

2) L'atelier des roues de coulée.

Il convient de s'y attarder car il contient l'appareillage le plus bruyant de la fabrication.

La partie la plus ancienne est un local rectangulaire de hauteur : 5 M. de largeur : 11 M.80 et de longueur 40 M. Cinq roues destinées à la coulée du polymère produit par huit autoclaves sont disposées parallèlement les unes aux autres suivant la largeur de l'atelier. On peut les déplacer sous l'un ou l'autre autoclave car elles sont montées sur des roues mobiles sur deux rails qui parcourent l'atelier suivant sa longueur.

Cet atelier se continue par un garage où l'on peut amener les roues à réparer.

Perpendiculairement à cette partie se trouve un deuxième local plus récent où se fait la coulée du polymère fabriqué par 16 autoclaves.

Les installations de coulée comportent huit roues. Six roues sont mobiles, deux roues comportent seulement un tambour pouvant circuler devant un bâti fixe portant quatre installations destinées au séchage à la granulation et au tamisage.

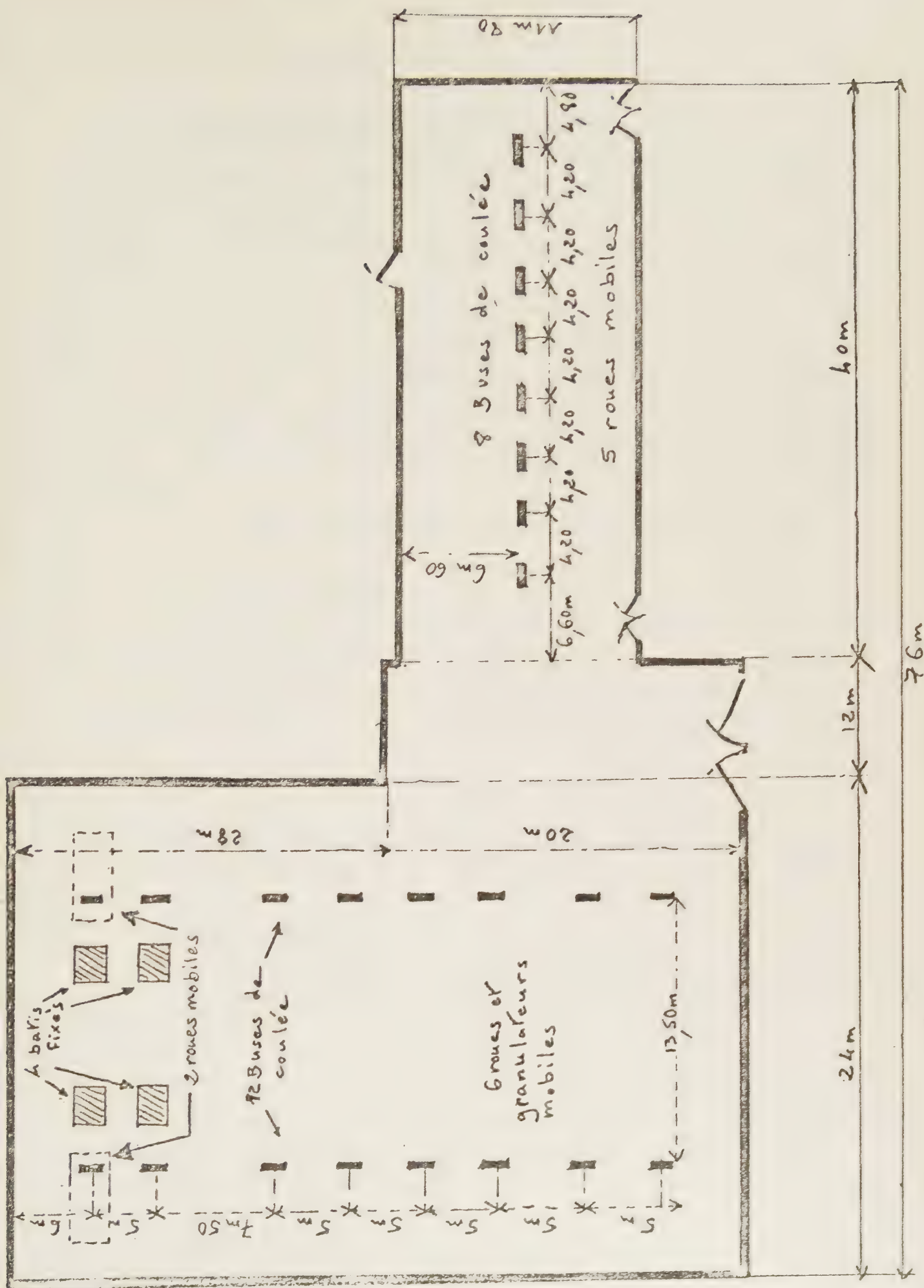
Les roues de coulée ressemblent à celles qui sont utilisées à PN_6 .

3) Travail du couleur - Autres postes de travail -

Le couleur effectue un travail semblable à celui de son collègue de PN_6 . Il lance la coulée, surveille la vitesse d'écoulement et la qualité de la granulation. La coulée posant moins de problème technique il n'est pas obligé de rester pendant les 40 mn de l'opération à côté du granulateur. Il effectue également deux à cinq coulées par poste de travail, ceci variant avec le niveau d'activité de l'atelier.

Ce poste est tenu par roulement avec les autres postes de fabrication : conduite des armoires, ensilage, introduction des catalyseurs. Certains ouvriers préfèrent cependant passer plus de temps à la roue de coulée.

Il a été plus difficile d'estimer le temps passé au bruit pour les ouvriers de Poly I : de 1 h 20 mn selon le nombre de coulée, par poste de travail, ce temps devant être multiplié par le nombre approximatif des postes à la coulée effectués pendant une année de travail.



II - ETUDE DES INSTALLATIONS DE POLY II

1) Dispositions des installations de production

Poly II est de conception plus récente, les autoclaves sont chargés de manière continue et polymérisent sans interruption. Par contre les coulées se font de manière intermittente comme à Poly I

Les installations sont complexes, la polymérisation étant plus poussée qu'à Poly I

Cependant on retrouve la même organisation en trois niveaux.

Mais il y a ici deux différences importantes :

- la surveillance se fait entièrement depuis une salle de contrôle.
- seules les roues de coulée sont mobiles. Les installations de séchage et de granulation sont regroupées par quatre sur deux batis fixes qui se font face. L'ensemble est enfermé dans une enceinte à laquelle on peut accéder par des portes.

Il y a quatre roues mobiles situées à l'extérieur de l'enceinte

2) Les Postes de travail

Les couleurs ont le même travail qu'à Poly I mais ils ne restent pas en permanence dans la chambre des granulateurs.

Les opérateurs restent dans la salle de contrôle, ils ne sont pas exposés au bruit. Il n'y a pas de permutation entre les deux types de poste.

III - ETUDE DES INSTALLATIONS DE POLY III

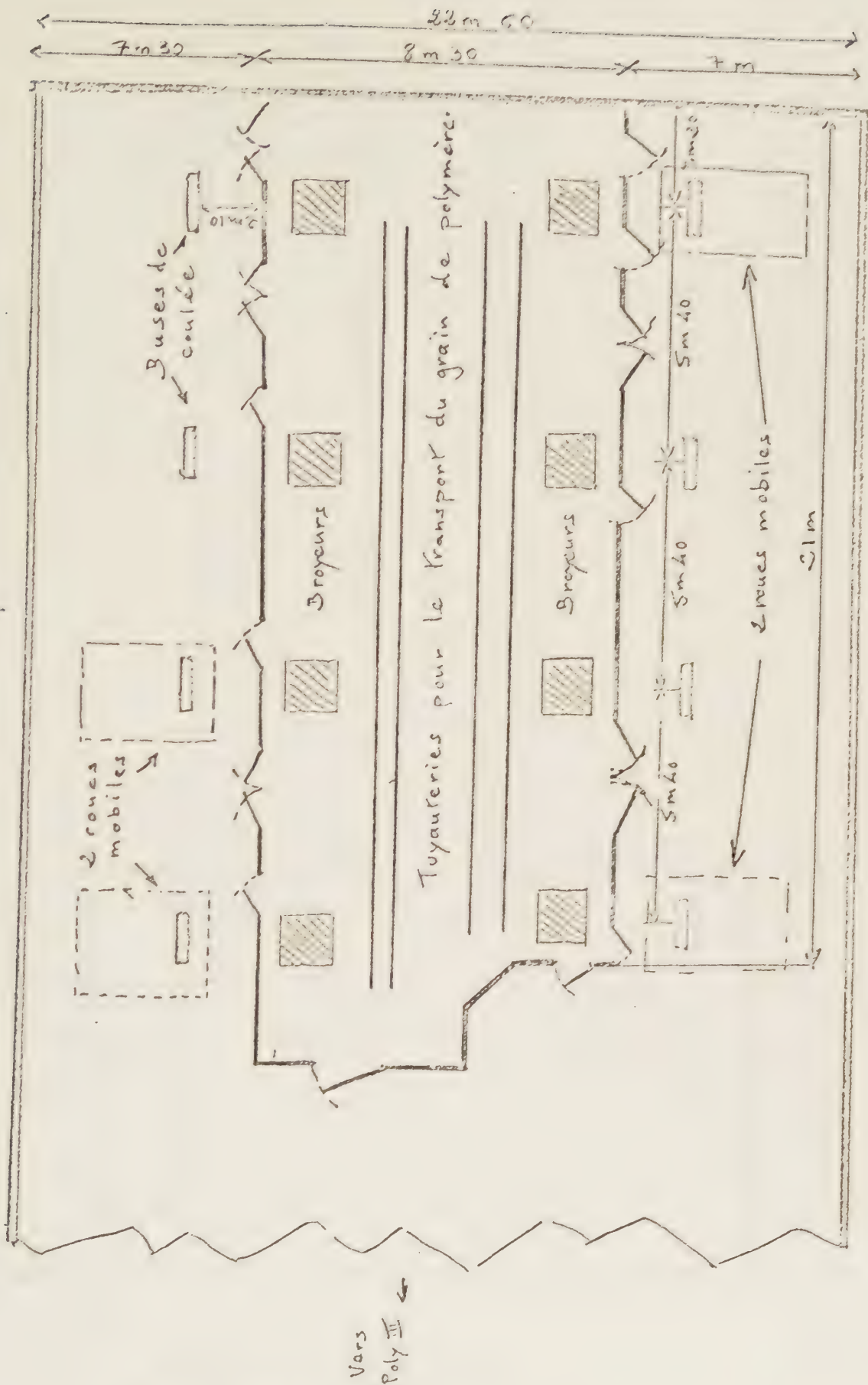
C'est le plus récent des trois ateliers de polymérisation du TERGAL. La fabrication est continue.

&) Les installations

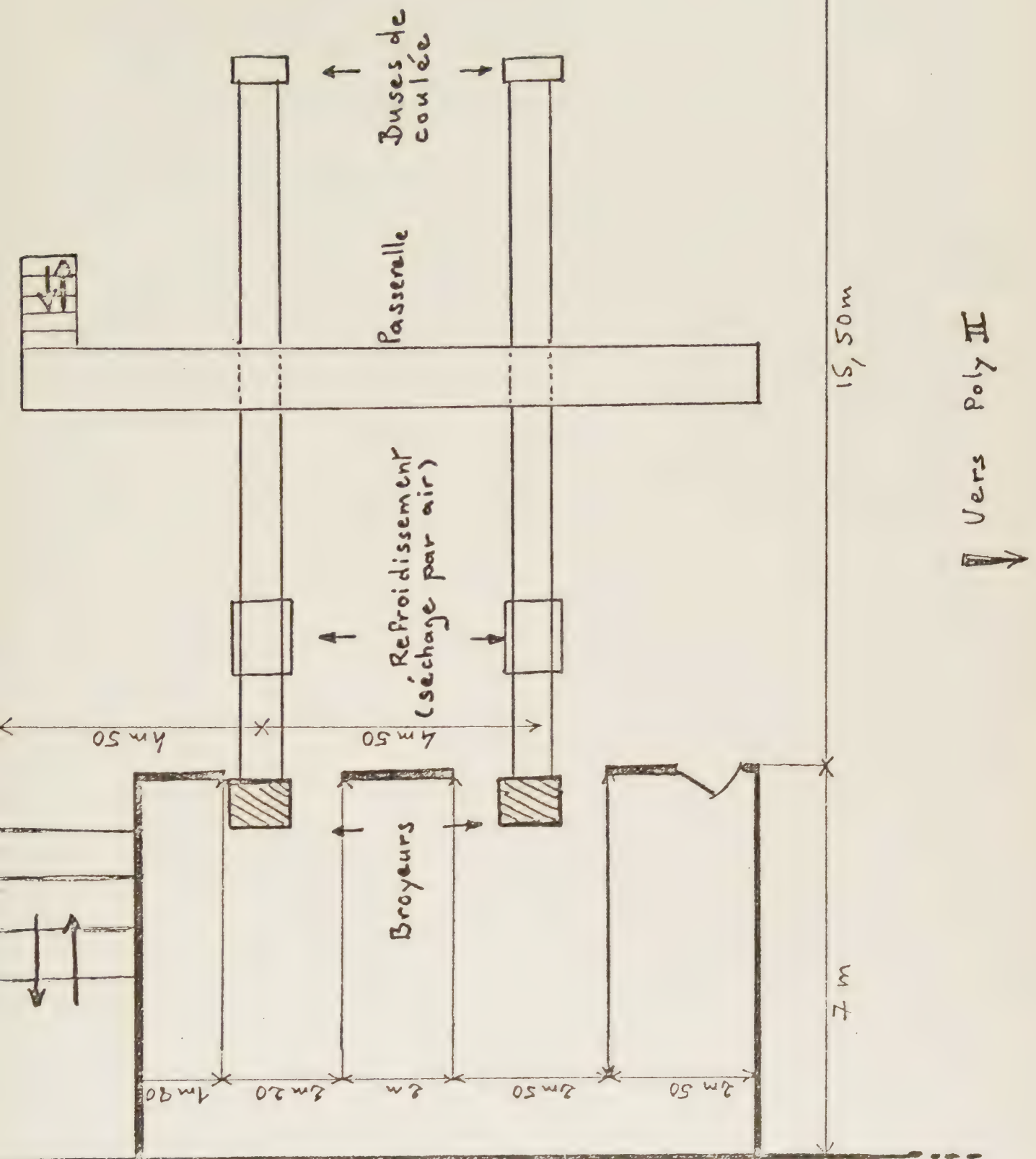
En communication avec Poly III, le local des roues de coulée est rectangulaire. La hauteur de plafond est la même qu'à Poly II, la longueur est de 22 M 50 la largeur de 13 M.

Il n'y a pas de roue de coulée. Le TERGAL fondu et chaud est poussé à travers une filière qui délivre des brins continus ; ceux-ci plongent dans un long bac d'eau où ils se refroidissent et se solidifient ; ils passent ensuite sur un système de séchage à air, puis sont introduits dans le granulateur. La granulation se fait comme dans les autres ateliers ; elle est très bruyante. Par contre il n'y a pas de tamis vibrant. Le TERGAL est granulé en petits joncs de section ronde et de 2 mm de long. Le grain est ensuite emmené par transport pneumatique vers l'ensilage.

Nord ↑



Poly II - Atelier des roues de coulée (schéma)



Poly III - Atelier de la coulée continue (schéma)

Les granulations sont séparées du reste de l'atelier par des cloisons latérales en moellons mais il n'existe pas devant les appareils de cloison complète les séparant du reste de l'appareillage. L'isolation phonique est minime.

L'atelier Poly III comporte deux lignes de granulation.

2) Les postes de travail

La polymérisation est surveillée depuis la salle de contrôle.

L'ouvrier couleur vient dans l'atelier pour lancer la coulée : il met les appareils en marche, se saisit du début des brins qui sortent de la filière puis les guide jusqu'au granulateur. Pour la surveillance de la suite de la coulée qui se fait en continu sauf interruption si un brin casse, la présence de l'ouvrier n'est pas nécessaire en permanence ; il fait plutôt des rondes de contrôle.

Le même personnel travaille par roulement à Poly II et à Poly III.

TROISIEME PARTIE

Nous nous proposons d'étudier l'apparition de l'atteinte auditive et son évolution chez des sujets à audition normale exposés professionnellement au bruit pendant une période de 5 ans (période comprise entre décembre 1971 et janvier 1977).

Parmi les 331 ouvriers examinés en 1971, nous avons retenu 70 sujets que nous avons considérés comme normaux.

Ceci permet d'éliminer de notre enquête les erreurs apportées par une fragilisation antérieure de l'oreille qu'elle soit due à une pathologie antérieure ou à une précédente exposition au bruit. Nous avons par ailleurs éliminé de notre étude les sujets ayant présenté une pathologie otologique intercurrente durant cette période. L'atteinte auditive des sujets à la fin de ces 5 années relève presque exclusivement du traumatisme sonore subi pendant cette période.

Nous avons considéré comme normal tout audiogramme ne présentant pas de déficit supérieur à 25 dB sur les plages fréquentielles aiguës.

Le relevé des données se fait pendant le travail, c'est-à-dire peu après l'exposition au bruit. Les audiogrammes enregistrent donc la fatigabilité auditive des sujets. Celle-ci a été précisée lors d'une enquête faite précédemment dans la même entreprise ; elle est de l'ordre de $4 \text{ dB} \pm 1,5$ pour des sujets à audition normale ou à considérer comme telle. Ces considérations nous ont amené à fixer la marge d'erreur à 25 dB.

-O-O-O-O-O-O-O-

I METHODE DE TRAVAIL

1 - Organisation des examens -

L'examen des ouvriers a été pratiqué dans le camion du service d'audiométrie de l'Institut de Médecine du Travail de Lyon. Conçu spécialement pour se déplacer sur les lieux du travail et fonctionner sans perturber la bonne marche des ateliers, il se rend à l'usine sur la demande du médecin de l'entreprise. Le coût des examens est à la charge de l'employeur.

L'infirmier-secrétaire du service médical de l'usine convoque les ouvriers retenus pour le contrôle en tenant compte de leurs horaires de travail. L'usine fonctionne en effet 24 heures sur 24 heures et les équipes de travail effectuent une rotation suivant le système 4 x 8.

Au camion un médecin ORL pratique un examen audioclinique complet et interroge l'ouvrier sur ses antécédents médicaux, généraux et oto-rhino-laryngologiques, l'éventuelle exposition au bruit antérieure et actuelle et, si cela a lieu, en dehors du travail (chasse, ball trap, etc...). Puis, l'audiométriste procède à l'audiométrie tonale et vocale.

L'audiogramme tonal liminaire recherche pour des sons purs de fréquence donnée le seuil de perception auditive. Pour chaque oreille, on utilise successivement la conduction aérienne puis la conduction osseuse des sons ; les fréquences testées en 1971 étaient les suivantes : 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz et 8.000 Hz.

En 1977, on a testé de plus les fréquences 125 Hz, 3.000 Hz et 6.000 Hz ; ces deux dernières sont les fréquences les plus proches du 4.000 Hz par où débute la surdité professionnelle.

Nous considérons dans cette étude la moyenne du déficit à 2.000 et à 4.000 Hz qui dépend à la fois du scotome propre à la surdité professionnelle et de son retentissement social par atteinte des fréquences conversationnelles (P A M).

Il est intéressant de connaître non pas le déficit auditif absolu mais le déficit par rapport à une population normale ; l'audiogramme note donc la perte en décibels par rapport à l'oreille normale. Le zéro de l'audiogramme est le seuil de perception du sujet normal. Par exemple, une perte de 0 Décibels à la fréquence 250 Hz correspond à une perte de 15 dB par rapport à la référence physique.

Dans la mise en graphique, les fréquences sont portées en abscisses, les pertes en ordonnées et notées en décibels (échelle logarithmique).

L'audiogramme vocal examine la compréhension d'une liste de mots monosyllabiques (J.C. LAFON). Cette partie de l'examen explore non plus la perception du son mais son élaboration au niveau cérébral et permet de connaître la gêne sociale, conséquence de la perte auditive.

Les ouvriers dont nous avons suivi l'audition avaient une oreille normale au départ. Nous n'avons donc pas retenu les résultats de l'audiométrie vocale.

2 - La fiche audiométrique -

Les résultats de l'examen audioclinique et audiométrique sont consignés sur une fiche qui se présente ainsi :

.RECTO.

Cette face est divisée verticalement en deux parties:

A gauche, sont portées :

- les renseignements d'Etat Civil concernant le sujet testé ;
- les renseignements concernant la carrière de l'ouvrier ;
 - . travail actuel et qualification,
 - . autres postes de travail bruyants,
 - . durée totale du temps d'exposition au bruit professionnel,
 - . port de protection auditive ou non, de quel type
- les données de l'examen ORL ;
 - . les antécédents oto-rhino-laryngologiques et autres antécédents pathologiques.

A droite, sont codés :

- certains renseignements d'Etat Civil, numéro d'identification à 3 chiffres de l'usine, numéro de l'audiogramme ;
 - . âge du sujet,
 - . année de l'examen (1 seul chiffre),
 - . numéro d'ordre de l'audiogramme,
- des renseignements professionnels ;
 - . numéro de code de l'atelier que nous avons composé spécialement pour ce travail :
 - ≠ le chiffre de la centaine qualifie la NATURE DU BRUIT : 0 absence de bruit, 1 bruit discontinu, 2 bruit continu, 3 bruit variable.
 - ≠ Le chiffre de la dizaine représente la MATIERE TRAVAILLEE : 1 TERGAL - 2 NYLON - 3 METAL - 0 autre matière.
 - ≠ Le chiffre de l'unité est le numéro d'IDENTIFICATION de l'atelier.

- . horaire journalier de travail,
 - . nombre d'années passées dans le même atelier,
 - . évaluation en années du temps passé dans d'autres ateliers bruyants et évaluation du temps total passé au bruit,
 - . enfin, 4 cases sont réservées pour 3 types de protection et l'absence de protection.
- renseignements médicaux :
- . une liste d'antécédents pathologiques oto-rhino-laryngologiques,
 - . une liste d'antécédents médicaux plus généraux,

oOo

.VERSO.

Il est réservé aux résultats de l'audiométrie.

A gauche :

Sont portés les résultats de l'audiométrie vocale. Nous avons codifié à la place du résultat global le nombre de changements d'atelier survenus entre 1971 et 1977 dans la carrière de l'ouvrier testé.

A droite :

Figurent les résultats de l'audiométrie liminaire tonale pour l'oreille droite, puis l'oreille gauche. ils sont portés sur un graphique. En abscisse, sont représentées les fréquences testées, en ordonnée, la perte en décibels par rapport au seuil de perception d'une oreille normale.

En-dessous de ces deux graphiques, sont indiqués les résultats de l'audiométrie tonale liminaire avec conduction par voie osseuse. Les seules fréquences testées sont 250 Hz, 500 Hz, 1.000 et 2.000 Hz. L'audiométrie tonale avec conduction osseuse permet de faire le diagnostic entre une surdité de transmission (la conduction osseuse est conservée) et une surdité de perception (la conduction osseuse est perturbée).

FICHE AUDIOLOGIQUE

Nom du Testeur :

USINE NOM Numéro de fiche PRÉNOM Sexe Date de naissance Age Date de l'examen 197 Numéro d'audiogramme ATELIER (travail actuel) Réf Horaire journalier (heures) Qualification professionnelle Ancienneté ATELIER (travail antérieur) Réf Etablissement Durée de travail (Années) si atelier bruyant Qualification professionnelle ATELIER (travail antérieur) Réf Etablissement Durée de travail (Années) si atelier bruyant Qualification professionnelle Durée totale du travail dans le bruit (Années) Protection auriculaire

EXAMEN ORL

OBSERVATIONS

PATHOLOGIE
ORL

Spécifications :

- Première atteinte
- Deuxième atteinte
- Troisième atteinte

PATHOLOGIES
AUTRES

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

H ☐ F ☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Casque ☐ Embout ☐Ouate ☐ Rien ☐Otite aigue ☐ Surdité ☐Otite chronique ☐ Surdité familiale ☐Toxiques ☐ Bourdonnements ☐Sinusite ☐ Vertiges ☐Rhinites ☐ Céphalées ☐Tympan anormal ☐ Traumatisme acoustique ☐Divers ☐ Traumatisme non prof. ☐Médecine interne ☐ Neuropsychiatrie ☐Cardio-Vasculaire ☐ Dermato-Allergie ☐Rhumatologie ☐ Traumatologie ☐A. T. ☐ Traumatisme crânien ☐Divers ☐ Gynécologie ☐

FICHE AUDIOLOGIQUE

Nom du Testeur :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

H ☐ F ☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

USINE ☐

NOM ☐ Numéro de fiche ☐

PRÉNOM ☐ Sexe ☐

Date de naissance ☐ Age ☐

Date de l'examen ☐ 197 ☐

Numéro d'audiogramme ☐

ATELIER (travail actuel) ☐ Réf ☐

Horaire journalier (heures) ☐

Qualification professionnelle ☐ Ancienneté ☐

ATELIER (travail antérieur) ☐ Réf ☐

Etablissement ☐

Durée de travail (Années) si atelier bruyant ☐

Qualification professionnelle ☐

ATELIER (travail antérieur) ☐ Réf ☐

Etablissement ☐

Durée de travail (Années) si atelier bruyant ☐

Qualification professionnelle ☐

Durée totale du travail dans le bruit (Années) ☐

Protection auriculaire ☐

EXAMEN ORL

OBSERVATIONS

PATHOLOGIE ORL

- Première atteinte
- Deuxième atteinte
- Troisième atteinte

PATHOLOGIES AUTRES

Casque ☐ Embout ☐

Ouate ☐ Rien ☐

Otite aiguë ☐ Surdité ☐

Otite chronique ☐ Surdité familiale ☐

Toxiques ☐ Bourdonnements ☐

Sinusite ☐ Vertiges ☐

Rhinites ☐ Céphalées ☐

Tympan anormal ☐ Traumatisme acoustique ☐

Divers ☐ Traumatisme non prof ☐

Médecine interne ☐ Neuropsychiatrie ☐

Cardio-Vasculaire ☐ Dermato-Allergie ☐

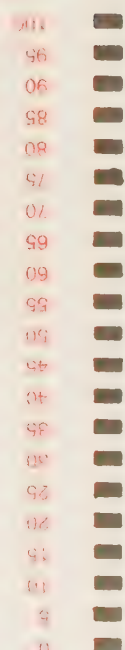
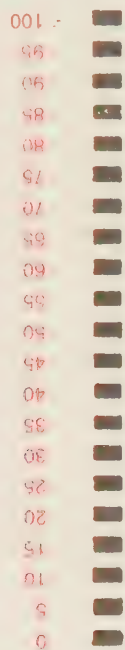
Rhumatologie ☐ Traumatologie ☐

A. T. ☐ Traumatisme cranien ☐

Divers ☐ Gynécologie ☐

ANNEE	☐	☐	☐	☐	SOIE	☐	☐	☐	☐
GITE	☐	☐	☐	☐	RIDE	☐	☐	☐	☐
MOLE	☐	☐	☐	☐	MILLE	☐	☐	☐	☐
SUC	☐	☐	☐	☐	SOL	☐	☐	☐	☐
LONGE	☐	☐	☐	☐	BULLE	☐	☐	☐	☐
TEINTE	☐	☐	☐	☐	AMANT	☐	☐	☐	☐
COUDE	☐	☐	☐	☐	GRAIN	☐	☐	☐	☐
BOIS	☐	☐	☐	☐	TRONC	☐	☐	☐	☐
DOUTE	☐	☐	☐	☐	DARD	☐	☐	☐	☐
TOUFFE	☐	☐	☐	☐	FAINE	☐	☐	☐	☐
CRIN	☐	☐	☐	☐	GRAIE	☐	☐	☐	☐
NATTE	☐	☐	☐	☐	MASSE	☐	☐	☐	☐
PAILLE	☐	☐	☐	☐	ANON	☐	☐	☐	☐
RIVE	☐	☐	☐	☐	PRIS	☐	☐	☐	☐
CIL	☐	☐	☐	☐	CHATTE	☐	☐	☐	☐
TARD	☐	☐	☐	☐	SEVE	☐	☐	☐	☐
VOUTE	☐	☐	☐	☐	RASE	☐	☐	☐	☐

OREILLE
DROITE



3 - Notre matériel d'étude -

Lors du premier dépistage en décembre 1971, 331 ouvriers de l'usine ont été examinés et testés. Parmi eux, nous avons retenu les ouvriers dont l'audiogramme liminaire tonal par conduction aérienne et osseuse ne présentait pas de chute supérieure à 25 dB.

Leurs fiches ont permis une exploitation informatique qui étudie :

- Comparaison du déficit moyen pour chaque fréquence testée et pour la perte auditive moyenne en fin de période

- 1 pour l'ensemble des sujets,
- 2 pour les sujets n'ayant pas changé d'atelier,
- 3 pour les sujets ayant changé d'atelier.

- Comparaison des P A M de chaque atelier entre 1971 et 1977

- . Etude de la P A M à l'intérieur de chaque atelier pour les ouvriers qui n'ont pas changé pendant 5 ans,
- . Etude de la forme du bruit sur le développement de la surdité professionnelle.

II ETUDE DES RESULTATS

A - Etude globale de la perte auditive entre décembre 1971 et janvier 1977 -

Nous avons comparé pour chaque fréquence testée, la perte moyenne en 1971 et la perte moyenne en 1977 sur l'ensemble des ouvriers.

Les résultats figurent au tableau I.

- Première colonne : différentes fréquences testées.
- Seconde colonne : nombre d'individus testés à chaque fréquence (nombre partiel) ; ce chiffre ne correspond pas toujours au nombre de 70 ouvriers car certaines réponses ont paru aberrantes et ont été rejetées par l'ordinateur.
- Troisième colonne: coefficient de corrélation.
- Quatrième colonne: signification en clair du coefficient de corrélation, c'est-à-dire différence significative ou non entre les chiffres de 1971 et ceux de 1977, pourcentage d'erreur de cette appréciation.

Ces premiers résultats montrent que l'évolution audiométrique est en faveur de l'atteinte auditive par le traumatisme sonore, l'aggravation étant significative à 1 %. sur toutes les fréquences à partir de 2.000 Hz.

On note par contre une amélioration significative sur les basses fréquences 125 Hz et 500 Hz. On peut expliquer cette récupération relative sur les basses fréquences par le fait qu'elles sont surtout perçues comme vibrations et donc mal reconnues lors d'un premier examen. Au cours du second audiogramme, il peut exister un meilleur conditionnement et les basses fréquences sont alors entendues. Ceci vient renforcer la valeur significative de l'aggravation sur les fréquences aiguës et démontrer l'intérêt d'examens répétitifs.

La P A M présente bien sûr la même évolution que le déficit auditif sur les fréquences aiguës.

B - Introduction de la notion de changement d'atelier dans l'étude globale -

Les mêmes calculs ont été refaits :

- Avec les sujets qui n'ont pas changé d'atelier au cours de la période considérée.
- Avec les sujets qui ont changé d'atelier. Ils figurent aux tableaux II et III.

<u>FREQUENCE</u>	<u>NOMBRE PARTIEL</u>	<u>EPSILON</u>	<u>DIFFERENCE</u>
125	8	4,412719	significative à 5 %
250	68	- 1,523595	non significative
500	68	3,287272	significative à 5 %
1000	68	- 1,029332	non significative
2000	68	- 3,782317	significative à 1%
3000	65	- 7,271315	significative à 1%
4000	68	-11,784441	" "
8000	68	-10,773874	" "
PAM	68	- 8,470177	" "

TABLEAU I. - Comparaison des moyennes aux différentes fréquences sur
l'ensemble du fichier.

125	3	3,909810	non significative 5%
250	26	- 2,019736	" "
500	26	1,983246	" "
1000	26	- 0,849220	" "
2000	26	- 2,610708	significative à 2%
3000	25	- 4,417415	" à 1%
4000	26	- 7,340243	" "
8000	26	- 7,414503	" "
PAM	26	- 5,356026	" "

TABLEAU II. - Comparaison des moyennes aux différentes fréquences en
tenant compte des CHANGEMENTS d'atelier SEULEMENT.

<u>FREQUENCE</u>	<u>NOMBRE PARTIEL</u>	<u>EPSILON</u>	<u>DIFFERENCE</u>
125	5	3,646463	significative à 5%
250	42	- 0,494094	non significative
500	42	2,683484	significative à 1%
1000	42	- 0,676616	" "
2000	42	- 2,800660	" "
3000	40	- 5,788886	significative à 1%
4000	42	- 9,528780	" "
8000	42	- 7,961308	" "
PAM	42	- 6,668004	" "

TABLERAU III. - Comparaison des moyennes aux différentes fréquences.

Individus n'ayant PAS CHANGE d'atelier entre 1971 et 1977.

On constate la même amélioration sur les fréquences graves (125 et 500 Hz) et une évolution significative, dans le sens de l'aggravation, pour les fréquences aiguës : à 1 % ou 2 % pour la fréquence 2.000 Hz, à 1 % pour les fréquences suivantes.

C - Etude du facteur bruit -

Elle a été possible grâce à la codification que nous avons établie.

1 Etude en fonction du type de bruit

Le bruit discontinu est celui des roues de coulée, une coulée dure 35 à 40 mn et l'ouvrier effectue suivant les ateliers et l'activité industrielle du moment, 3 à 5 coulées au cours de sa journée de travail.

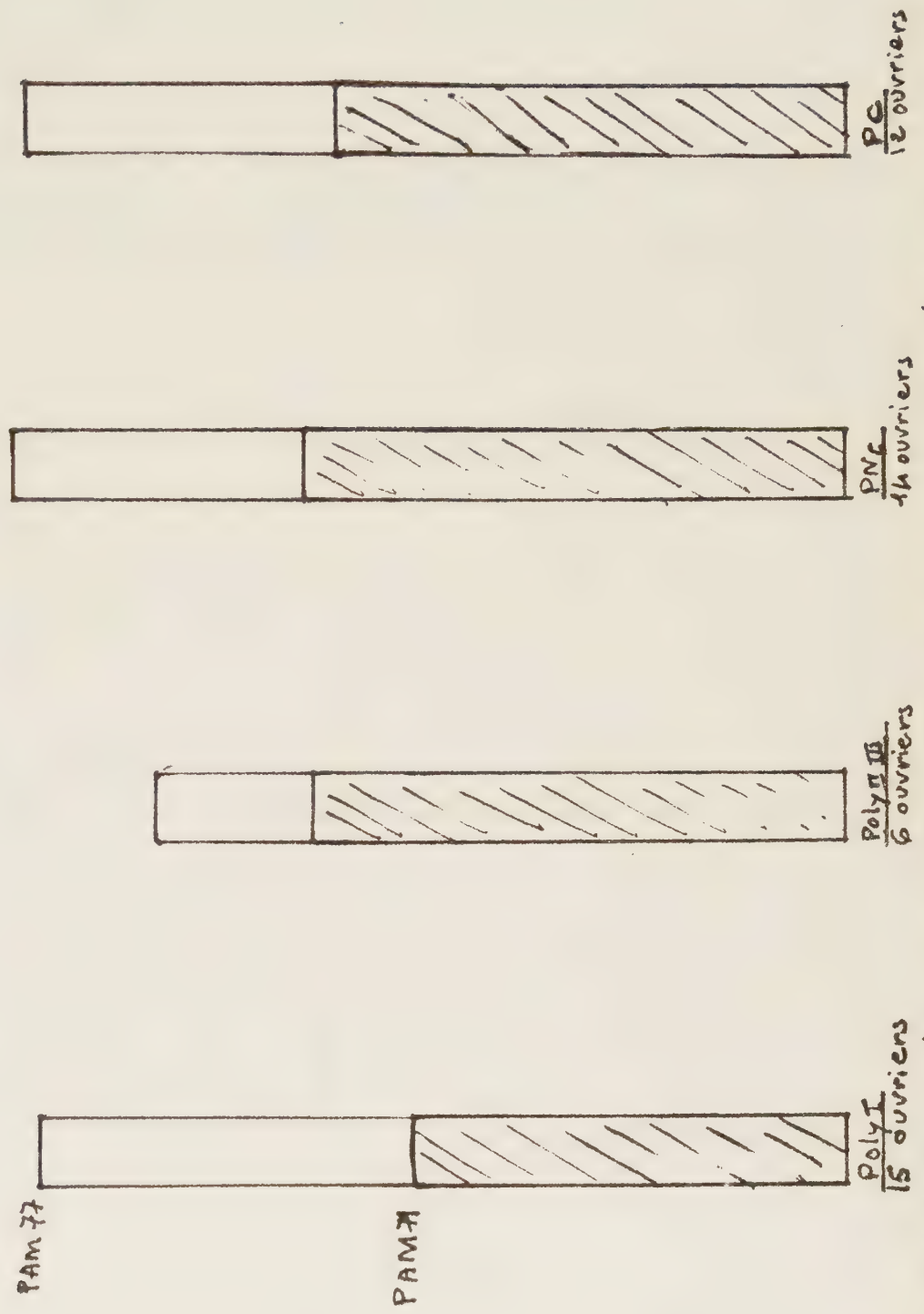
Les boudineuses produisent un bruit continu qui dure tout au long du poste de travail, c'est-à-dire 8 heures.

Nous avons appelé bruit intermittent, celui qui accompagne l'activité des chaudronniers, tuyauteurs et mécaniciens, ouvriers d'entretien. Les résultats de l'audiométrie sont les suivants :

	BRUIT DISCONTINU			BRUIT CONTINU		
	ATELIER POLY I	POLY II-POLY III	PN 1	PN 6	PNP	PC
EFFECTIF 71	15	7	9	18	13	5
EFFECTIF 77	17	7		17		17
P A M 71	12,750	15,714	16,944	15,903	14,231	15
P A M 77	23,676	20,179		24,338		24,044
P A M 77- P A M 71	10,9	4,4		8,4		9

Bruit continu

Bruit discontinu



Evolution de la perte auditive moyenne chez les ouvriers qui n'ont pas changé

Les ateliers PN 1 et PNP ne figurent pas en 1977. En effet, l'activité de PNP s'est modifiée, il a été remplacé peu à peu par l'atelier PC. Les ouvriers qui travaillaient à PNP sont partis à PC ou dans un autre atelier au fur et à mesure que l'activité diminuait.

L'atelier PN 1 a cessé de fonctionner en décembre 1976.

Le déficit auditif a été le plus important dans l'atelier POLY I et l'atelier PC., représentant deux types de bruits différents. Pour ce qui est du bruit intermittent, nous ne ferons que citer les résultats, les effectifs étant trop faibles.

ATELIERS	MECANIQUE	TUYAUTERIE
Effectif 1971	1	1
Effectif 1977	3	2
P A M 1971	17,5	15
P A M 1977	24,16	20
△	6,6	5

Enfin, certains ateliers non bruyants apparaissent dans les résultats de 1977, par la suite de mutation du secteur bruyant vers le secteur non bruyant.

ATELIER	1	2	3
EFFECTIF	2	4	1
P A M 1977	25,6	20,3	20

2 Etude en fonction de la matière travaillée

Dans les ateliers travaillant le NYLON, on a les résultats suivants :

	Bruit discontinu		Bruit continu
	PN 1	PN 6	PC
P A M 1971	16,9	15,9	15
P A M 1977		24,3	24
		8,4	9

Pour les ateliers du TERGAL, nous trouvons :

	Bruit discontinu	
	POLY I	POLY II-III
P A M 1971	12,7	15,7
P A M 1977	23,6	20,1
	10,9	4,4

Le déficit auditif est sensiblement le même dans les 2 ateliers NYLON alors que pour les ateliers TERGAL qui présente le même type de bruit, le déficit auditif varie du simple au double.

3 Comparaison entre les ateliers

Il semble donc au vu de ces premiers résultats que la prise en considération de la forme du bruit et de la matière fabriquée ne suffisent pas. Nous avons donc essayé de comparer entre eux les ateliers et de rechercher quels étaient les supports matériels qui pouvaient expliquer la différence de nocivité.

a/ Comparaison entre les 2 ateliers de polymérisation du TERGAL

	POLY I	POLY II
P A M 1971	12,76	15,7
P A M 1977	23,62	20,1
	10,9	4,4

Les ouvriers de POLY I qui présentaient une audition de départ meilleure que celle des ouvriers de POLY II se sont plus aggravés. Nous allons étudier les facteurs tant matériels qu'humains pouvant expliquer cette différence.

* Des facteurs matériels, nous étudierons :

. le niveau sonore moyen des ateliers :

POLY I		POLY II	
dBA cste lente	101	dBA	92
dBc cste rapide	105	dBc	94

L'intensité sonore plus importante au POLY I qu'au POLY II peut expliquer cette évolution.

. dimension des locaux

	POLY I	POLY II III	
<u>Hauteur</u>	5 m	5,30 m	
<u>Superficie</u>	1ère partie POLY I	2ème partie POLY I	POLY II POLY III
	472 m ²	1.152 m ²	4.736 m ² 254 m ²
	1.624 m ²		732,1 m ²

POLY I est un atelier 2 fois plus vaste. Peut-il y avoir multiplication de la réflexion de l'onde sonore ?

. disposition des installations de coulée

	POLY I	POLY I	POLY II	POLY III
Nombre de roues de coulée	1ère partie 5	2ème partie 6 + 2 roues simples mobiles devant bâtis fixes	4 roues mobiles 8 granula- teurs sur bâtis fixes	Pas de roue mais 2 granulateurs
		13		

Il y a sur ce point, une différence fondamentale entre les ateliers: à POLY II, les 8 broyeurs sont enfermés dans une enceinte ne communiquant avec l'extérieur de l'atelier que par des portes qui doivent être fermées lors de la coulée; tous ne fonctionnent pas en même temps. Ne se trouvent donc à l'extérieur de l'enceinte que les roues elles-mêmes. L'ouvrier ne pénètre dans l'enceinte que pour lancer la coulée et en cas d'incident technique.

Ce fait peut expliquer la moindre aggravation à POLY II.

A POLY III, la coulée étant continue, la roue a été supprimée. Les joncs sont granulés par des broyeurs analogues à ceux de POLY II.

. réverbération - conduction des vibrations

Les réverbérations sont nombreuses sur les parois métalliques des machines, sur les conduites des fluides.

Les plafonds et planchers sont en béton. Les murs sont en béton et élevés sur armature de poutrelles métalliques. Ces éléments conduisent bien les vibrations.

. machines

Le matériel ancien est plus bruyant car il existe du jeu entre les différentes pièces entraînant trépidations et vibrations, donc production de bruit.

L'atelier POLY I le plus ancien, possède le matériel le plus ancien.

* Des facteurs humains, nous retiendrons :

. renouvellement des effectifs

Un quart de l'effectif s'est renouvelé à POLY I ; la moitié à POLY II-III. Cette stabilité plus importante à POLY I peut-elle expliquer l'évolution de la P A M de cet atelier ?

. répartition en classe d'âge des ouvriers qui sont restés 5 ans dans le même atelier.

	20-30 ans	30-40 ans	40-50 ans	50-60 ans	Effectif total
POLY I	1	7	7		15
POLY II-III	1	3	1	1	6

soit un pourcentage :

POLY I	6 %	47 %	47 %	
POLY II-III	16 %	50 %	16 %	16 %

En 1977, 66 % de l'effectif à moins de 45 ans à POLY II contre 53 % à POLY I. Cette différence n'est pas suffisamment grande pour expliquer l'écart de la P A M.

. rotation des équipes entre les différentes phases de fabrication.

Elle est d'institution plus récente à POLY I ce qui explique une plus grande présence à la roue de coulée des ouvriers de cet atelier.

. port des protections auditives chez les ouvriers qui sont restés 5 ans dans l'atelier.

	1971	1977
POLY I (15 sujets)	1	9
POLY II-III (6 sujets)	1	3

Le port de la protection ne semble pas intervenir dans la différence d'atteinte.

Si une mutation a été effectuée dans les 3 mois précédant le 2ème audiogramme, nous avons considéré que l'ouvrier avait cependant passé 5 ans dans le même atelier. Cette remarque est valable pour tout l'atelier.

b/ Comparaison entre les 2 ateliers de polymérisation du NYLON
.....

Les résultats audiométriques sont les suivants :

	PN 1	PN 6
P A M 1971	16,5	15,9
P A M 1977	non connue	24,3
P A M 1977 - P A M 1971	-	8,4

La comparaison ne peut être faite car les ouvriers de PN 1 ont été mutés à d'autres postes avant la fermeture de l'atelier en décembre 1976.

c/ Comparaison entre les ateliers procédant à la coulée du polymère, NYLON ou TERGAL.
.....

	POLY I	POLY II-III	PN 6	PN 1
P A M 1971	12,7	15,7	15,9	16,9
P A M 1977	23,6	20,1	24,3	?
P A M 1977 - P A M 1971	10,9	4,46	8,4	?

* Etudes des facteurs matériels :

. niveau sonore moyen

	POLY I	POLY II	PN 6	PN 1
dBA	101	92	103	116
dBC	105	94	104	117
cste rapide				

Le niveau sonore le plus bas est à POLY II ; POLY I et PN 6, de même niveau sonore, sont bruyants, PN 1 est très bruyant.

. dimensions des ateliers

	POLY I	POLY II-POLY III	PN 6	PN 1
Hauteur	1ère p. 2ème p. 5 m	5,30 m	5 m	6 m
Superficie	472 1.152 1.624 m ²	477,6 254 732,1 m ²	660 m ²	360 m ²

Il faut remarquer que c'est le plus petit atelier qui a le niveau sonore le plus élevé ; il y a concentration du bruit dans un petit espace.

. dispositions des machines

Elles sont analogues : machines parallèles, les unes aux autres circulant sur 2 routes qui parcourent l'atelier dans sa longueur.

Une différence cependant : PN 1 possède 6 installations simples (roues seules) circulent devant les granulateurs placés sur le même bâti fixe.

Nombre de roues - de coulées

PN 6	PN 1	
7	2 roues mobiles	6 roues simples

. réverbération et conduction des vibrations sonores.

Les mêmes remarques peuvent être faites que précédemment. Les bâtiments de PN 1 cependant ne possèdent pas d'armature métallique.

★ Facteurs humains :

. renouvellement des effectifs

POLY I	POLY II-III	PN 6	PN 1
25 %	50 %	16 %	?

La notion de renouvellement des effectifs ne peut être séparée de celle de la cotation de l'effectif de l'intérieur de l'atelier.

. répartition en classe d'âge des ouvriers ayant passé 5 ans dans le même atelier.

	20-30 ans	30-40 ans	40-50 ans	50-60 ans	TOTAL
POLY I	1 6 %	7 47 %	7 47 %		15
POLY II-III	1 16 %	3 50 %	1 16 %	1 16 %	6
PN 6	2 14 %	8 57 %	4 29 %		14

L'atelier PN 6 est celui qui possède le plus d'ouvriers.
ayant moins de 45 ans en 1977. POLY I est celui qui en a le moins.

. port de protections

	POLY I (15 sujets)	POLY II-III (6 sujets)	PN 6 (14 sujets)
1971	1	1	4
1977	9	3	11

POLY I, le plus atteint, paraît être l'atelier qui se protège
le moins.

d/ Comparaison entre les ateliers travaillant le NYLON
.....

Les pertes auditives se notent ainsi :

	PN 6	PC
P A M 1971	15,9	15
P A M 1977	24,3	24
P A M 1977 - P A M 1971	8,4	9

* Facteur matériel :

. niveau sonore des ateliers

	PN 6	PC
dBA	103	89,3
dBc cste rapide	104	

Le niveau sonore de PC est inférieur à celui de PN 6 et le plus
bas de tous les ateliers.

. dimension des locaux

	PN 6	PC
Hauteur	5,30 m	8 m
Superficie	660 m ²	4.760 m ² + 1.568 m ² 6.328 m ²

. disposition des installations

A PN 6, les installations de coulée occupent la totalité du local.

A PC, une moitié de l'atelier est réservée au conditionnement peu bruyant, l'autre moitié seulement est occupée par les rangées de boudineuses.

Des sonométries précises ont été faites dans les deux cas.

Voici les résultats :

A PN 6, la sonométrie a été faite depuis l'emplacement où se tient le couleur lorsqu'il surveille les opérations.

Ambiance de l'atelier (machine considérée arrêtée)	74 dB A
Machine fonctionnant à vide	92 dB A
Machine fonctionnant en charge	95 dB A

A PC, les mesures ont été faites en plusieurs endroits de la ligne de production.

	dB A
1 - A côté du réducteur	87
2 - A côté du réducteur	87,5
3 - Devant le pupitre	89
- Entre le granulateur et l'élévateur	90
4 - Entre le granulateur et l'élévateur	96

★ Facteurs humains

Mouvement des effectifs

S'il est commun à PN 6, il est plus difficile à définir à PC
puisque'il s'agit d'un atelier qui s'est crée et agrandi entre 1971 et 1976.

. répartition en classe d'âge

La remarque précédente a ici la même valeur.

. protections

Il semblerait que les protections soient moins portées à PC.

4 Etude en fonction de la sonométrie

a/ Sonométrie dans les ateliers possédant des roues de coulée.
.....

Les mesures sonométriques ont donné :

	POLY I	PN 1	PN 6
dBA	101	116	103
dB	105	117	104
constante rapide			

Ces mesures ont été faites au niveau de chaque roue. Nous avons
fait une moyenne des mesures effectuées pour donner un résultat global.

Les audiogrammes des sujets qui étaient restés durant 5 ans dans
le même atelier ont été repris fiche par fiche. Certaines ont été écartées, les
résultats paraissant aberrants.

POLY I est l'atelier le moins bruyant en dBA mais avec un bruit
à composante impulsionnelle : 105 dB constante rapide, d'où une différence
dB - dBA de 4 dB.

13 ouvriers ont été retenus. On a pris en considération la meilleure oreille en 1971, mais ce n'est pas obligatoirement celle qui s'est le plus aggravée, la différence entre la P A M moyenne de 1977 et celle de 1971 est de 10 dB, l'écart type étant relativement faible $\sigma = 1,37$. La P A M moyenne de 77 est de 23,30 dB.

Mais 4 ouvriers ont utilisé au moins temporairement des protections, l'aggravation de la P A M moyenne chez les 9 ouvriers restant est alors de 10 dB, l'écart type devenant $\sigma = 0,72$.

A PN 1, le niveau sonore est le plus élevé, 4 ouvriers seulement ont été retenus. L'aggravation de la P A M moyenne est de 6,56 dB, l'écart type est élevé $\sigma = 4,54$. La P A M moyenne réelle en 1977 est de 22,50 dB.

PN 6 a un niveau sonore semblable à celui de POLY I. 14 ouvriers ont été retenus. L'aggravation de la P A M moyenne a été de 5,11 dB, l'écart type étant $\sigma = 1,78$. La P A M moyenne réelle en 1977 est de 24,04 dB. Si l'on écarte les 5 ouvriers qui se sont protégés, l'aggravation de la P A M moyenne devient alors 8,15 dB avec un écart type $\sigma = 1,64$.

Au vu des résultats, POLY I paraît le plus nocif.

b/ Sonométrie à l'atelier PC (bruit continu).

Les mesures faites par un personnel différent ont été enregistrées en différents points de l'unité de fabrication, à côté du réducteur, au niveau du pupitre, près du granulateur. Ceci a été pratiqué pour 8 unités de fabrication.

Au niveau du réducteur, l'intensité sonore allait de 84 dBA à 92 dBA, près du pupitre de 86 dBA à 89 dBA, près du granulateur de 90 dBA à 96 dBA.

Le calcul de la moyenne de ces 8 séries de 3 mesures a donné un niveau sonore moyen de 89 dBA.

Il est important de noter que les mesures sonométriques actuelles ne peuvent mesurer les variations brutales de pression acoustique ou transitoire dont le caractère nocif pour la coulée est connu .

D - Etude des facteurs individuels -

1 Pathologie antérieure

Nous avons volontairement choisi des ouvriers qui n'avaient pas d'antécédent patho ORL en 1971.

2 Pathologie intercurrente

Nous avons également éliminé toute atteinte de l'oreille entre 1971 et 1977.

3 Age

a/ Méthode
.....

Nous avons réparti les ouvriers en quatre classes d'âge, l'âge considéré étant celui des sujets en 1971. Pour chaque classe, on avait l'effectif suivant :

Classe I	20-30 ans	10 ouvriers
Classe II	30-40 ans	39 ouvriers
Classe III	40-50 ans	20 ouvriers
Classe IV	50-60 ans	1 ouvrier

TOTAL.....70 ouvriers

Pour chaque classe d'âge, nous avons calculé à chaque fréquence, la moyenne de la perte auditive sur les deux oreilles.

A l'aide de ces résultats, nous avons tracé le graphique de l'audiogramme moyen en 1971. Même calcul et même graphique après ont été faits pour 1977.

Enfin, nous avons comparé sur un graphique, l'évolution de la P A M entre 1971 et 1977 pour chaque classe d'âge. Il montre que l'aggravation est la plus importante pour la classe d'âge la plus jeune ; cette aggravation est de moins en moins forte au fur et à mesure que l'âge augmente. L'échelle des niveaux auditifs de départ se développe dans le sens inverse.

4 Rôle de l'exposition antérieure au bruit

Nous avons calculé pour chaque ouvrier combien d'années, il avait travaillé dans un atelier bruyant à l'intérieur de l'usine avant le dépistage audiométrique de 1971.

Nous avons ainsi réparti les 47 sujets qui avaient passé 5 ans dans le même atelier, en 3 classes de temps de travail au bruit.

- A —————> de 0 à 5 ans
- B —————> de 6 à 10 ans
- C —————> de 11 à 15 ans

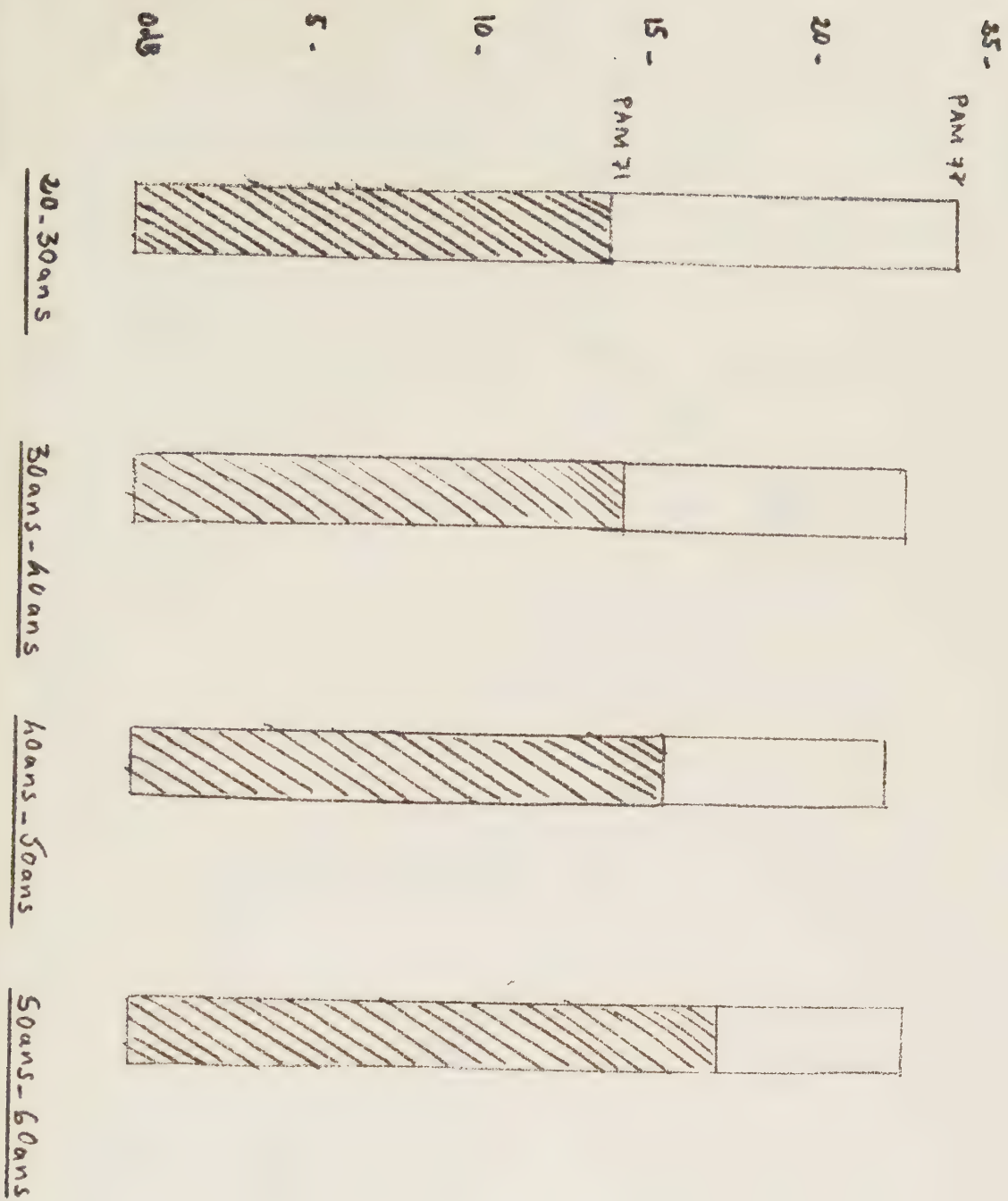
Pour chaque classé, nous avons calculé la moyenne de la différence entre la P A M de 1971 et la P A M 1977, essayant ainsi de chercher s'il pouvait y avoir une conséquence lointaine d'une exposition ancienne au bruit, qui en 1971, ne se manifestait pas par une audition anormale.

Les résultats sont les suivants :

<u>Catégorie A</u>	14 sujets	
Moyenne de la différence de la P A M :		- 9,28 dB
<u>Catégorie B</u>	20 sujets	
Moyenne		- 7,68 dB
<u>Catégorie C</u>	13 sujets	
Moyenne		- 8,75 dB

On peut conclure que l'exposition antérieure au bruit ne joue pas.

Evolution de la perte auditive moyenne en fonction de l'âge



0.8 125 250 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000

ft



P.A.M.

□ ■

35.

30.

25.

20.

15.

10.

5.

0.8

5 Protection

Nous avons enfin calculé la moyenne de la perte auditive sur chaque fréquence et pour la moyenne 2.000 + 4.000 Hz dans les deux catégories d'ouvriers ceux qui disaient se protéger en 1977, soit 32 personnes et ceux qui ne portaient pas de protection en 1977 soit 38 sujets.

Nous avons tracé la courbe audiométrique des 2 catégories de sujets ce qui ne montre pas de différence très importante.

Mais, il nous est apparu que le port des protections était inhomogène dans le temps et il paraît assez difficile d'en tenir compte dans l'étude du déficit auditif.

E - Introduction de la notion de perte auditive moyenne annuelle -

Pour les ouvriers restés 5 ans dans le même atelier, nous avons calculé la perte auditive annuelle moyenne des différents ateliers. Elle permet d'en apprécier la nocivité en se rapportant à l'abaque de J.C. LAFON.

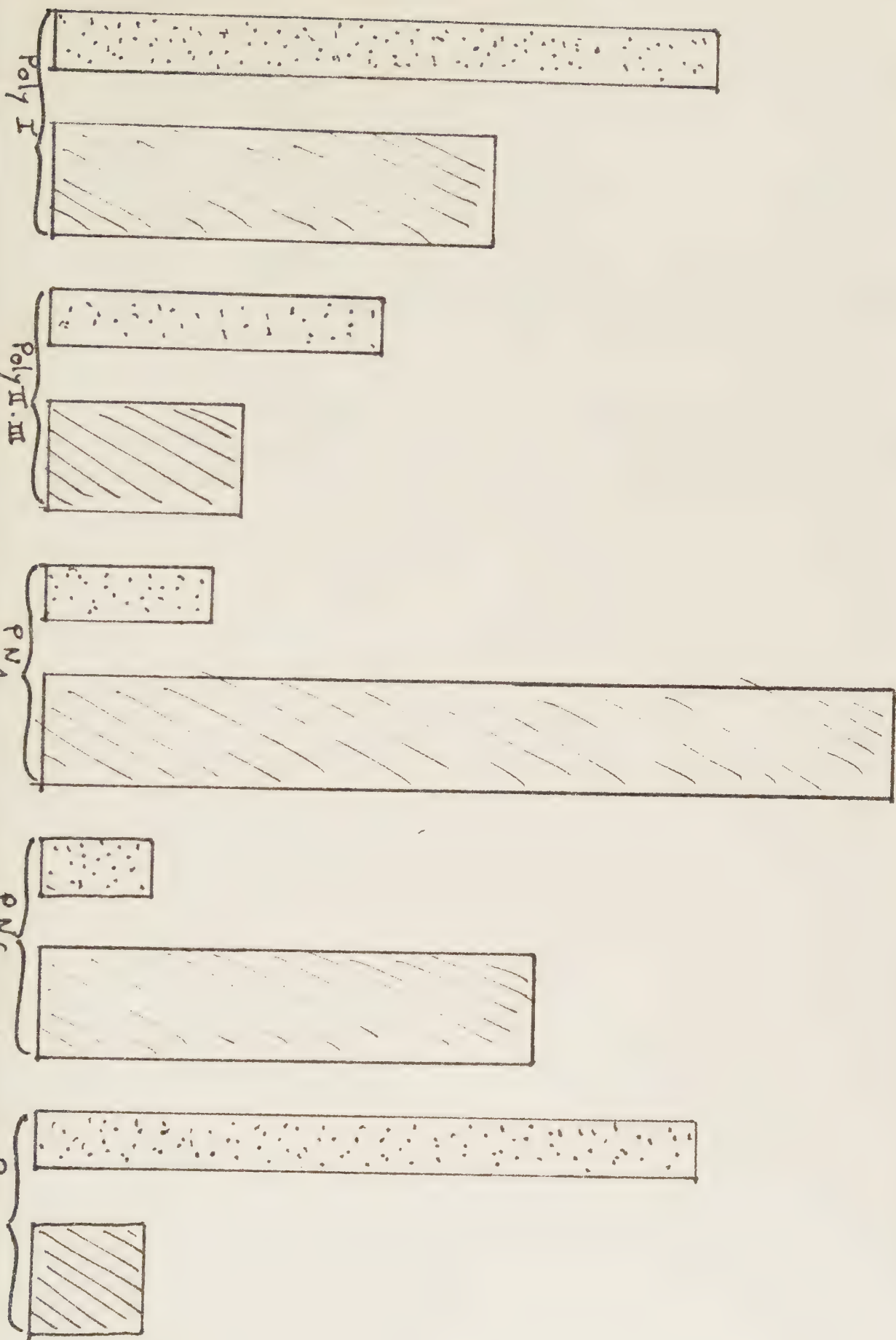
POLY I	POLY II-III	PN 6	PC
2,2 dB/année	1,6 dB/année	1,2 dB/année	2,2 dB/année

Cette perte annuelle moyenne situe le risque au niveau de la nuisance certaine entre la chaudronnerie et le tissage qui sont actuellement reconnus au 42ème tableau des Maladies Professionnelles.

Nous avons représenté sur un graphique et comparé le niveau sonore de chaque atelier et la perte annuelle moyenne. Il montre que pour les bruits discontinus, l'atelier qui la plus forte sonométrie est un de ceux qui a la plus faible perte de dB/année. Cette différence entre la mesure du niveau sonore et le résultat du déficit cochléaire s'explique par l'intervention des différents facteurs étudiés précédemment qui sont difficiles à cerner en particulier, la composition et le transitoire des bruits d'atelier.

Bruit discontinu

Bruit continu



- 100dB

- 90dB

85dB

- 110dB

- 120dB

Pour les ateliers, POLY I et PC, qui ont des niveaux sonométriques différents, une exposition au bruit différente, on observe cependant la même perte auditive.

Ceci nous conduit à proposer l'abord de la nocivité des ateliers par l'étude audiométrique avec détermination de la P A M de l'ensemble de l'atelier et par la répétition des examens audiométriques.

o O o

C O N C L U S I O N S

Ce travail s'est proposé d'apporter à l'étude de la surdité professionnelle, à travers un exemple précis et restreint, un point de vue non plus statique mais dynamique en suivant l'évolution du déficit auditif chez des sujets exposés au bruit pendant 6 ans du fait de leur travail. Nous avons tenté de faire la part la plus exclusive du bruit dans l'aggravation du déficit auditif en ne choisissant que des sujets dont l'audition au début de la période étudiée était considérée comme normale ; nous éliminons ainsi toute pathologie due à une cause oto-rhino-laryngologique ou bruyante.

Cette étude de l'évolution du déficit auditif nous permet d'estimer la nocivité d'un atelier non seulement d'après les mesures sonométriques mais encore d'après les résultats des audiogrammes successifs pratiqués chez les ouvriers travaillant dans l'atelier.

Si l'étude des résultats audiométriques a été relativement simple, nous avons par contre rencontré des difficultés pour approcher de façon précise la quantité de bruit reçu par chaque ouvrier au cours de la période considérée, difficultés liées à :

- la mobilité du personnel à l'intérieur d'un même atelier;
- les différents postes de travail sont assurés par roulement sans une régularité précise dans le temps.
- la mobilité aussi entre les ateliers soit à la suite de la fermeture d'un atelier soit lors d'une transformation progressive d'un secteur d'activité, soit à la demande de l'ouvrier lui-même.
- au port des protections qui apparaît très variable dans le temps et d'un ouvrier à l'autre.

L'étude du milieu de travail a mis en évidence sa complexité : variabilité dans les dimensions des ateliers, variabilité dans l'occupation de l'espace par les machines, machines de même type non absolument identiques, machines usagées ou mises récemment en service.

Les mesures sonométriques mises à notre disposition proviennent de sources différentes et ont été faites à différentes époques, donc à des périodes d'activité industrielle différentes.

L'étude des audiogrammes des 70 ouvriers choisis a montré dans son ensemble un déficit auditif significatif de la surdité professionnelle sur les fréquences supérieures à 1000 Hz. Une amélioration relative sur les basses fréquences vient renforcer l'intérêt de la formule du déficit qui prend en compte la moyenne de la perte auditive à 2000 Hz et à 4000 Hz ; l'utilisation de la formule légale aurait laissé ignorer , dans un grand nombre de cas , l'évolution de l'atteinte sur les plages fréquentielles aiguës. D'autre part , ceci souligne la nécessité d'exams répitifs.

Nous avons ensuite tenté de cerner les facteurs pouvant intervenir dans cette évolution.

1) facteurs liés au bruit lui-même

Caractère continu ou discontinu de l'émission sonore.

Dans les 3 ateliers où se fait la coulée du polymère (exposition au bruit 3 à 5 fois par poste pendant 40 mn), le déficit auditif moyen est aggravé de 4,4 dB à 10,9 dB.

Le seul atelier où l'émission sonore dure 24 heures sur 24 donne une aggravation moyenne de 9 dB, de niveau sensiblement égal à celui des 3 ateliers précédents où l'atteinte est la plus grande.

On ne peut conclure que l'une ou l'autre forme d'émission sonore soit plus nuisible.

. Matière travaillée.

L'aggravation du déficit est homogène dans le secteur NYLON.

Elle l'est beaucoup moins dans le secteur TERGAL. Si l'un des ateliers présente une aggravation supérieure à l'aggravation d'ensemble du secteur NYLON , l'autre est très nettement en dessous de ce niveau d'ensemble.

. Milieu de travail

La comparaison entre ateliers montre que les installations visant à diminuer l'émission sonore ont une influence très favorable sur l'évolution du déficit auditif.

2) facteurs individuels

L'étude des facteurs matériels montre qu'ils ne peuvent à eux seuls tout expliquer et qu'il faut rechercher aussi l'influence:

- de l'âge : la catégorie la plus jeune a été la plus touchée elle présentait en 1971 le niveau auditif le meilleur.

- du temps passé au bruit avant le premier examen; il ne semble pas influencer beaucoup par la suite le déficit auditif, l'aggravation étant sensiblement la même dans les différentes catégories d'ancienneté au bruit.

- des protections.

L'étude du port des protections n'a pas permis de conclure à une réelle efficacité mais il est très difficile de savoir quand et comment elles sont portées.

Nous avons terminé en introduisant la notion de déficit auditif annuel moyen pour les ouvriers restés dans le même atelier ; quel que soit le type d'atelier ce déficit auditif annuel moyen objective une nocivité certaine.

Le Président de la Thèse
Professeur J. BOURRET

VU et PERMIS D'IMPRIMER
LYON, le 3 mars 1978

Le Directeur
de l'U.E.R. FACULTE DE
MEDECINE GRANGE-BLANCHE

Professeur B. SALLE

Le Président de l'Université Claude Bernard
Président du Comité de Coordination
des études Médicales,

Professeur D. GERMAIN

BIBLIOGRAPHIE

- I - BERG F., RADANT S.
Etude du problème du bruit dans les salles d'embouteillage des brasseries.
Ière partie : altération de l'audition, méthodes de mesure et analyse des postes de travail.
Brauwissenschaft, Allemagne, 1975, 28, 5, 121-130.
- 2 - BERTHOLON J., DUCLOS J.C., LAFON J.C.
Etude de la fatigue auditive dans une usine
Arch. Mal. Prof. 1977, 38, 9, 828-830.
- 3 - BONNEFOY J.,
Bilan d'activité de la consultation des surdités professionnelles
J. Méd. Lyon, 1970, 51, 1197, 2041-2042.
- 4 - CHEMIN A., CHEMIN P.
Relations entre l'intensité du bruit le temps d'exposition et le risque de perte d'audition.
Bordeaux Méd. 1973, 5, 13, 1971-1974.
- 5 - CHEMIN P.
Effets généraux du bruit sur l'organisme **humain**.
Bordeaux, Méd. 1974, 5, 533-546.
- 6 - CHEMIN ., DUFY .
Contribution à l'étude de l'estimation du risque de perte auditive en fonction de l'intensité du bruit et du temps d'exposition au bruit industriel.
- 7 - CHOCHOLLE .
Les limites acceptables du bruit
Acta ORL Belgique. 1971, 25, 1, 181-185.
- 8 - CORREZE .
Contribution à l'étude du risque auditif dans une entreprise textile.
Thèse Méd. Clermont-Ferrand. 1972, 47.
- 9 - DAGRAS G.
Audition et bruit professionnel
Bull Audioph. 1972, 5, 59-76.
- 10 - DICK .
Surdité professionnelle par exposition prolongée au bruit.
Thèse méd. Lyon, 1973, 753.
- 11 - DISS J.P., MAQUET E.
Traitement des audiogrammes sur ordinateur C O C 5 500 à propos de 1 700 examens chez des ouvriers exposés au bruit.
Arch. Mal. Prof. 1973, 34, 6, 376-380.
- 12 - DUBOS .
La lutte contre le bruit.
Thèse Méd. Paris. 1973, 8.

I3 - ESTORGES S.

Audition et bruit professionnel. Remarques tirées de l'étude de
I 100 dossiers de travailleurs exposés et de mesures sonométriques
Thèse Clermont-Ferrand, 1975, 77.

I4 - GAUCHER P.

Action des Médecins du travail pour la protection des travailleurs
contre les effets nocifs du bruit.

I5 - GLORIG A., WARD W.B., NIXON J.

Damage risk criteria and noise induced hearing loss.
Arch. otolaring. 1961, 74, 413-423.

I6 - GROSSE .

Le bruit dans l'industrie : sonométrie et audiométrie.
Thèse Méd. Strasbourg. 1969, 136.

I7 - GUICHARD J.

Contribution à l'étude psychophysiologique de la sénescence auri-
culaire.
Thèse Sciences, Lyon . 1966. 190.

I8 - I.N.R.S

Mesures Générales d'hygiène et de sécurité du travail
Paris, 1972, 195.

I9 - Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon - Comptes-rendus
d'activité - Sécurité Sociale - Polycopiés.

PICHARD P.

Appareil vestibulaire et surdité professionnelle
1971, 51-56

LAFON J.C., DAGRAS G.

Audition et bruit professionnel.
1971, 57-100

RETY J., COZE J.F., RIGAUULT P.

Perte auditive et sonométrie
1972. 33-44

LAFON J.C., DAGRAS G.

Audition et bruit professionnel.
1972. 45-74

LAFON J.C., DAGRAS G.

Analyses de données audiométriques relevées en milieu industriel
1973 - I - II

LAFON J.C.

Etude systématique des surdités professionnelles
1974 - 25-35

LAFON J.C. , DAGRAS G.

Dépouillement de 1000 audiogrammes ,
1974, 21 (supplément)

LAFON J.C.

L'audition du bruit .

Rapport Séc. Soc. Rhône-Alpes. 1974, p.21 (supplément)

DUCLOS J.C., LAFON J.C., STOESEL C. Rapport - I.N.R.S. 1975 , p.67

Rapport - I.N.R.S. 1976 , p.90

Rapport - I.N.R.S. 1977 , p.51

20 - KRYTER K.D.

Les effets du bruit sur l'homme.

GEIGY Ed. Bâle. 1961, 67

21 - LAFON J.C.

Audition et traumatisme sonore

J. Fr. ORL. 1960, 9, 209-217

22 - LAFON J.C.

Audition et bruit professionnel

Monographie , Inst. Univ. Méd. Travail. Lyon, 1970, 56.

23 - LAFON J.C.

La surdité professionnelle

Cahiers d'J.R.L. 1975, 10, 2, III-157.

24 - LAFON J.C.

Les aspects médicaux du bruit

Journée de sécurité, Dôle. Oct. 1975, 23-23.

Dijon , Caisse Régionale d'Assurance Maladie de Bourgogne, Franche-Comté,

25 - LAFON J.C.

Le bruit et la surdité professionnelle - La perte auditive due au bruit industriel.

Arch. Mal. Prof. 1977, 38, I-2, I-65

26 - LAFON J.C., BOURRET J.

Les résultats des examens audiométriques systématiques du personnel d'ateliers bruyants dans une grande entreprise de construction mécanique lyonnaise.

Arch. Mal. Prof. 1971, 32, 587-589.

27 - LAFON J.C., RETY J., COZE J.F.

Problèmes de la corrélation entre la sonométrie et l'audiométrie dans la prévention des effets du bruit industriel.

Arch. Mal. Prof. 1973, 34, 376-380.

28 - LARRA , GANDET .

Enquête sur les altérations auditives du personnel d'une imprimerie de presse.

Arch. Mal. Prof. 1971, 32, 4-5, 311-383.

- 29 - LEMIRE ., GANINI .
Prévention de la surdité professionnelle
Thèse Méd. Lille.1969, 70, 70.
- 30 - MADURO R., CAVIGNEAUX A., FOURNIER J.E.,
L'indemnisation des surdités professionnelles , bases médicales
et juridiques.
Probl. Act. O.R.L. 1962, 53-87
- 31 - MARSH D.B.,
Acoustique et vibrations
ORBIT, 1969, 3-7.
- 32 - MEIER J.M.
Lésions auditives causées par le bruit dans l'industrie métallur-
gique.
Thèse. Méd. Genève, 1971, 771.
- 33 - MERY J.
Fatigue auditive et surdité professionnelle en milieu industriel
bruyant.
le Trav; Hum., 1973, 36, 221-254.
- 34 - MERY J., HETU R., TREMOLLIÈRES C.
Evaluation du risque de surdité professionnelle . Utilisation des
dosimètres de bruit.
Arch. Mal. Prof. 1977, 38, 3, 315-328.
- 35 - MORGON A.
Audition et bruit.
Rev. Prat., 1974, 24, 35, 3189-3192.
- 36 - MOUILLAUD J.M., UNTERREINER R., LAFON J.C.
Rôle de l'énergie acoustique des bruits impulsionnels dans l'action
traumatosonore des détonations d'armes à feu.
Bull. Audioph. 1972, 5, 25-28.
- 37 - MOUNIER-KUHN P.
La surdité professionnelle
J. Méd., Lyon, 1963, 44, 1761-1767
- 38 - MOUNIER -KUHN P., LAFON J.C., BONNEFOY J.
Le diagnostic d'une surdité professionnelle
J. Fr. ORL, 1960, 9, 493-503.
- 39 - PEPERSAKC J.P.
Problèmes posés par la prévention de la surdité professionnelle
en milieu industriel.
Acta ORL, Belgique, 1971, 25, I, 24-29.
- 40 - PIALOUX., CAVIGNEAUX A., RAINVILLE.
Surdités professionnelles
EMC, ORL, 1974, 41, Cah. 2019 9 A 10, 13.
- 41 - PICART P.
Appareil vestibulaire et surdité professionnelle
Bull. Audioph. 1972, 5, 77-88.

- 42 - PROBST R.
Prophylaxie de la surdité professionnelle (programme audiomobile de la caisse nationale suisse).
Sozial und Präventivmedizin, Allemagne, 1975, 20, 5, 210-211
- 43 - PLUYETTE .
Hygiène et sécurité - conditions de travail .
Lois et textes réglementaires XIVE Edition, 1976.
- 44 - PORTMANN M., BEBEAR J.P.
Traumatisme acoustiques
E M C O R L , 1975, cahier 201 85 B¹⁰
- 45 - PRESLE J.
Contribution à une étude de poste concernant principalement les effets du bruit sur les travailleurs de scierie.
Thèse Nantes, 1598.
- 46 - QUEVAUVILLER A., LEVRIER-ROTTIER .
Effets physio-pathologiques du bruit.
Prod. Probl. Pharm. 1972, 37, 10, 1006-1016.
- 47 - RETY J.
Protection individuelle du bruit.
Bull. Audioph. 1972, 5, 89-110.
- 48 - RETY J.; LAFON J.C.
La lutte contre le bruit. Etudes sonométriques.
Arch. ial. Prof., 1964, 25, 1-2, 62-63
- 49 - RETY J., DUCLOS J.C., LAFON J.C.
La nocivité du bruit dans l'industrie textile appréciée par l'audiométrie.
- 50 - RIQUET O.
Etude de l'atteinte auditive professionnelle au cours de l'apprentissage.
Thèse médecine Lyon, 1978 à paraître.
- 51 - RUEDLI G.
Les traumatismes sonores de l'appareil auditif
GEIGY Ed. Bâle, 1973, 31
- 52 - SAULNIER G.
La lutte contre le bruit
Minist. de la Santé. Ed. Paris, 1973, 31.
- 53 - UNTERREINER R.
Etude de l'énergie acoustique des bruits impulsionnels. Détermination des critères physiques de leur action pathologique sur l'appareil auditif.
Thèse Sciences . Lyon. 1969,
- 54 - UNTERREINER P., RICHARD M., et LAFON J.C.
Recherche de critères physiques de l'action pathologique des bruits impulsionnels sur l'appareil cochléaire.
Bull. Audioph. 1972, 2, 3-24

- 55 - UNTERREINER R., RICHARD M. et LAFON J.C.
L'action pathologique des bruits impulsionnels, expérimentation
et résultats.
Acustica , 1974, 30, 100-108.
- 56 - VERBORG J.P.,
Exemple de l'étude de la surdité professionnelle dans une entreprise
moyennement bruyante.
Thèse Lyon, 1977, 17.
- 57 - WISNER. A.
Eléments de physiologie et de pathologie des bruits.
Manuel Bruits et vibrations/ I.N.R.S. Paris, 1967, 52_p
- 58 - WISNER A.
Bruits industriels. Evolution de leurs dangers et protection indi-
viduelle.
Acta. O.R.L. Belgique, 1971, 25, I, 155-167.
- 59 - ZAKY T
Etude de la surveillance audiométrique systématique chez les agents
d'une entreprise de la région grenobloise.
Thèse Méd. Grenoble, 1973, 27.
- 60 - Acoustique. Estimation de l'exposition au bruit durant le travail
en vue de la protection de l'audition. Norme internationale ISO 1999-
1975 (F).
Sl., Organisation internationale de normalisation, 1975 - 29,7 X 21,
9 p., ill., bibliogr.
- 61 - Effects of noise on hearing (Effets du bruit sur l'audition).
New-York. Raven press. 1976 24 X 16, 565 p., ill., bibliogr.
ISBN 0-89004-012-5.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	2
 <u>PREMIERE PARTIE</u>	
I - Les sons - les bruits.....	6
1/ les vibrations	6
2/ les sons.....	6
- Définition,	
- le son, phénomène physique,	
- le son, phénomène auditif.	
3/ le bruit	8
- Définition,	
- constitution	
4/ Mesure du bruit	8
 II - L'oreille et le bruit.....	9
1/ Rappel de l'anatomie de l'oreille	
2/ Rappel de la mécanique auditive	
3/ Le traumatisme acoustique.	
 III - La surdité professionnelle.....	13
1/ Définition	
2/ Etiologie	
3/ Clinique	
4/ Aspect médico-légal.	

DEUXIEME PARTIE : Présentation de l'usine et des ateliers étudiés.....16

LE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE POLYMERISATION DU NYLON

Présentation de la polymérisation du **NYLON**

I - Etude de l'ambiance de travail dans les ateliers de polymérisation du **NYLON** **PN₁** et **PN₆**

A/ Atelier PN₆17

- I/ les installations
- 2/ l'atelier des roues de coulée
- 3/ la roue de coulée et son fonctionnement
- 4/ le travail de l'ouvrier couleur - les autres postes de travail

B / Atelier **PN_I**23

II - Etude de l'ambiance de travail dans les ateliers de préparation du **NYLON** à usage industriel : **PC_I**, **PC₂**, **PC₃**, et **PC₄**24

- 1/ la fabrication
- 2/ ateliers et machines
- 3/ le travail du boudineur - les autres postes de travail.

LE TRAVAIL DANS LES ATELIERS DE FABRICATION DU TERGAL

Rappel du procédé chimique

I - Etude des installations de Poly I28

- 1/ disposition des installations de production
- 2/ l'atelier des roues de coulée
- 3/ travail du couleur - autres postes de travail.

II - Etude des installations de Poly II32

III - Etude des installations de Poly III32

- 1/ les installations
- 2/ les postes de travail

TROISIEME PARTIE :

I - <u>Méthode de travail</u>	38
1/ Organisation des examens	
2/ La fiche audiométrique	
II - <u>Etude des résultats</u>	43
A - Etude globale de la perte auditive entre décembre 1971 et janvier 1977	
B - Introduction de la notion de changement d'atelier dans l'étude globale	
C - Etude du facteur bruit	
1/ En fonction du type de bruit	
2/ En fonction de la matière travaillée	
3/ Comparaison entre les ateliers	
a/ entre 2 ateliers de polymérisation du TERGAL	
b/ entre 2 ateliers de polymérisation du NYLON	
c/ entre les ateliers procédant à la coulée du polymère NYLON ou TERGAL	
d/ entre les ateliers travaillant le NYLON	
4/ Etude en fonction de la sonométrie	
a/ ateliers ayant des roues de coulée	
b/ P.C	
D - Etude des facteurs individuels	
1/ Pathologie antérieure	
2/ Pathologie intercurrente	
3/ Age	
4/ Rôle de l'exposition antérieure au bruit	
5/ Port des protections	
E - Etude de la perte auditive moyenne annuelle	
CONCLUSIONS.....	68
BIBLIOGRAPHIE.....	72

